Д 120
Т 468

ЧТО НАДО ЗНАТЬ МАШИНИСТУ

О ПАРОВОМЪ КОТЛѢ ПАРОВОЗА.

ПОСОБІЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КЪ ИСПЫТАНІЮ НА ПРАВО УПРАВЛЕНІЯ ПАРОВОЗОМЪ И ПРОВѢРОЧНЫМЪ ПЕРЕИСПЫТАНІЯМЪ МАШИНИСТОВЪ.

Цѣна 1 р. 10 к.

Лекціи читанныя инженеромъ Г. П. Васильевымъ на курсахъ устроенныхъ въ 1915 г. при Управленіи Владикавказской ж. д. для подготовки машинистовъ.

А 1055

РОСТОВЪ НА ДОНУ.
Товарищество „Печатня С. П. Яковлева"
1915.

V 120
1468

Служба Подвижного Состава и Тяги

Владикавказской ж. д.

ЧТО НАДО ЗНАТЬ МАШИНИСТУ О ПАРОВОМЪ КОТЛѢ ПАРОВОЗА.

ПОСОБІЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КЪ ИСПЫТАНІЮ НА ПРАВО УПРАВЛЕНІЯ ПАРОВОЗОМЪ И ПРОВѢРОЧНЫМЪ ПЕРЕИСПЫТАНІЯМЪ МАШИНИСТОВЪ.

Лекціи читанныя инженеромъ Г. П. Васильевымъ на курсахъ, устроенныхъ въ 1915 г. при Управленіи Владикавказской ж. д. для подготовки машинистовъ.

XV 33694
ИМПЕРАТОРСКІЙ
МОСКОВСКІЙ ... МУЗЕЙ

РОСТОВЪ НА ДОНУ.
Товарищество „Печатня С. П. Яковлева"
1915.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Лѣтомъ настоящаго года, по распоряженію Управленія желѣзныхъ дорогъ, при Управленіи Владикавказской дор. были организованы курсы для подготовки помощниковъ машинистовъ къ испытанію на право управленія паровозомъ.

Желая поближе ознакомиться съ личными свойствами и развитіемъ слушателей курсовъ и уяснить себѣ, насколько, дѣйствительно, полезнымъ является устройство курсовъ для помощниковъ машинистовъ въ отношеніи повышенія ихъ развитія, я взялъ на себя преподаваніе части курса по паровозамъ, именно, чтеніе лекцій по устройству и ремонту паровозныхъ котловъ.

Для лучшаго усвоенія слушателями прочтеннаго курса, первоначально предполагалось отпечатать его на гектографѣ въ количествѣ только 30—40 экземпляровъ по числу слушателей, но настойчивыя просьбы моихъ учениковъ и ихъ товарищей и дѣйствительное отсутствіе вполнѣ доступнаго для паровозныхъ бригадъ по содержанію, и въ тоже время достаточно полнаго, руководства по паровознымъ котламъ, которое-бы соединяло въ одной книгѣ описаніе конструкціи котловъ съ основными понятіями о наблюдающихся въ нихъ поврежденіяхъ и принятыхъ способахъ ремонта,—заставило меня прочтенный курсъ отпечатать въ видѣ книги.

Исполняя, такимъ образомъ, желаніе своихъ слушателей, я буду очень радъ, если издаваемый курсъ окажется дѣйствительно полезнымъ, и поможетъ имъ и ихъ товарищамъ пополнить недостатокъ своихъ знаній.

Такъ какъ настоящая книга представляетъ собой лишь ту стенографическую запись, которая была произведена во время чтенія лекцій, то, весьма вѣроятно, что она является не вездѣ достаточно обработанной въ отношеніи гладкости изложенія, а, можетъ быть, страдаетъ пропусками и недостатками и въ отношеніи содержанія. Заранѣе извиняясь передъ читателями за возможныя упущенія, покорнѣйше прошу о всѣхъ замѣченныхъ недостаткахъ книги не отказать сообщить мнѣ для ихъ исправленія.

Октябрь 1915 г. Инж. *Г. П. Васильевъ.*

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ГЛАВА I.—КРАТКІЯ СВѢДѢНІЯ ИЗЪ ФИЗИКИ.

Три состоянія тѣлъ. Атмосфера. Теплота. Теплоемкость. Теплопроводность. Горѣніе. Теплотворная способность. Явленія при нагрѣваніи воды. Испареніе и парообразованіе. Скрытая теплота парообразованія. Парообразованіе при различныхъ условіяхъ. Конденсація. Понятіе о перегрѣтомъ парѣ. . . . . Стр. 1—11.

ГЛАВА II.—УСТРОЙСТВО КОТЛА ПАРОВОЗА.

Матеріалъ котловъ. Главныя части котла. Устройство топки. Связи и анкерные болты. Тяжи. Цилиндрическая часть котла. Дымогарныя трубы. Поверхность нагрѣва. Дымовая коробка. Соединеніе котла съ рамой паровоза. Дымовая труба. Конусъ. Провѣрка установки конуса. Сифонъ. Поддувало. Колосники. Кирпичная кладка или арка. . . . . Стр. 11—35.

ГЛАВА III.—УСТРОЙСТВО ПЕРЕГРѢВАТЕЛЕЙ.

Преимущества примѣненія перегрѣтаго пара. Три типа перегрѣвателей. Перегрѣватели Пилока, Лопушинскаго, Шмидта, Ноткина, Фармаковскаго. Пирометры. . . . . Стр. 36—49.

ГЛАВА IV.—ГЛАВНѢЙШІЯ ПОВРЕЖДЕНІЯ НАБЛЮДАЕМЫЯ ВЪ ПАРОВОЗНЫХЪ КОТЛАХЪ И ИХЪ УСТРАНЕНІЕ.

Порчи швовъ котла. Разъѣданіе листовъ. Трещины и выпучины. Явленія, происходящія въ топкѣ паровоза при заправкѣ и охлажденіи котла. Котельная накипь. Приборъ Гельсдорфа. Поврежденія рѣшетки. Поврежденія связей и анкерныхъ болтовъ. Неисправности дымогарныхъ трубъ. . . . . Стр. 50—73.

ГЛАВА V.—АРМАТУРА ПАРОВОЗНАГО КОТЛА.

Водомѣрное стекло. Указатели уровня воды. Водопробные краны. Легкоплавкія пробки. Манометръ. Предохранительные клапаны. Паропроводъ и регуляторная головка. Инжекторъ. Работа инжектора. Правильное питаніе котла. Свистокъ. Форсунки. . . . . Стр. 74—108.

ГЛАВА VI.—ПРОМЫВКА И ПРОДУВКА ПАРОВОЗА И ПРАВИЛА НАБЛЮДЕНІЯ ЗА КОТЛАМИ.

Необходимость промывки котловъ. Холодная и горячая промывка. Способъ Витенбергъ-Шильгана. Система Уайта. Продувка котла. Приборъ Арциша для продувки. Правила наблюденія за паровозными котлами . . . . . Стр. 108—125.

ПЕРЕЧЕНЬ ПОСОБІЙ

которыми пользовался авторъ при составленіи курса.

Альбомъ чертежей паровоза нормальнаго типа (сер. О).
Альбомъ чертежей паровоза типа Вост.-Китайск. ж. д. (сер. Ш).
Арцишъ—Очистка котловой воды.
Арцишъ—Паровая механика и паровозы.
Арцишъ—Паровозы съ перегрѣвателями.
Арцишъ—Порча и ремонтъ паровознаго котла.
Арцишъ—Современные вопросы о паровозныхъ котлахъ вып. 1 и 2.
Бернштейнъ—Паровозы съ простымъ расширеніемъ пара, компаундъ и дѣйствующіе перегрѣтымъ паромъ.
Блюмъ-Боррисъ-Баркгаузенъ—Паровозы.
Брудинскій—Работа пара въ паровозахъ и о перегрѣвателяхъ.
Годжаръ—Усовершенствованный способъ соединенія трубъ для перегрѣвателя. Изв. Общ. Бюро Съѣздовъ 1912 г.
Гололобовъ—Къ вопросу о примѣненіи перегрѣтаго пара въ паровозахъ.
Гололобовъ—О вліяніи качества воды и матеріала на службу паровозныхъ связей.
Голубовъ—Руководство жел.-дор. машиниста.
Греве—Катехизисъ жел.-дор. машиниста.
Климентовъ—Машинистъ и паровозъ.
Крыловъ—Теорія и разсчетъ инжектора.
Кузнецовъ—Катехизисъ жел.-дор. машиниста.
Мухачевъ—Теорія и конструкція паровозовъ.
Предтеченскій—Курсъ паровыхъ котловъ.
Селицкій—Главнѣйшія поврежденія паровозныхъ рѣшетокъ. Изв. Ю. Р. О-ва Технологовъ 1911 г. № 2.
Уэльсъ—Переводъ Лопушинскаго—Уходъ за паровозными котлами.
Фармаковскій—Общій расчетъ паровоза и тендера.
Фармаковскій—Перегрѣтый паръ въ паровозахъ большой мощности.
Янушевскій—Практическія замѣтки машиниста.

ГЛАВА I.

Краткія свѣдѣнія изъ физики.

Обращая вниманіе на тѣ предметы, которые насъ окружаютъ, мы видимъ, что они бываютъ въ трехъ видахъ—или *твердые*—напримѣръ дерево, желѣзо, камень, ледъ, и т. д. или *жидкіе*,—спиртъ, нефть, вода и т. п. или *газообразные*—напр. воздухъ, паръ и т. п.

Въ твердыхъ тѣлахъ составляющія ихъ частицы соединены крѣпко одна съ другой и, чтобы разъединить такое тѣло на части, требуется приложить болѣе или менѣе значительное усиліе. Въ тѣлахъ жидкихъ частицы соединены между собой гораздо слабѣе и для раздѣленія ихъ требуется усиліе очень не большое. Въ газообразныхъ же тѣлахъ частицы не только не оказываютъ сопротивленія ихъ раздѣленію, но наоборотъ, сами стремятся расшириться и занять возможно больше мѣста.

Тотъ газъ, который насъ окружаетъ и которымъ мы дышимъ, называется воздухомъ. Онъ состоитъ изъ смѣси двухъ газовъ кислорода и азота.

Атмосфера. По изслѣдованію ученыхъ оказывается, что земной шаръ, на которомъ мы живемъ, окруженъ со всѣхъ сторонъ слоемъ воздуха толщиной около 60—70 верстъ. Этотъ *слой воздуха, окружающій нашу землю, называется атмосферой.*

Около поверхности земли атмосфера бываетъ плотнѣе, а чѣмъ дальше отъ земли, тѣмъ она становится рѣже.

Воздухъ имѣетъ вѣсъ и потому слой воздуха, окружающій земной шаръ, производитъ на всѣ предметы, находящіеся на землѣ, извѣстное давленіе. Давленіе слоя воздуха или атмосферы на каждый предметъ происходитъ со всѣхъ сторонъ и сверху, и снизу, и съ боковъ. Атмосферному давленію подвержено также и наше тѣло. Мы не чувствуемъ этого давленія лишь потому, что воздухъ черезъ сосуды и поры нашего тѣла проходитъ внутрь его и давитъ какъ изнутри, такъ и снаружи. Въ существованіи давленія воздуха можно убѣдиться очень простымъ опытомъ: возьмемъ стаканъ, нальемъ его до краевъ водой и накроемъ листомъ бумаги. Если мы осторожно перевернемъ стаканъ, то увидимъ, что вода изъ него не выльется. Это происходитъ отъ того, что на бумагу давитъ снизу воздухъ и не позволяетъ ей отдѣлиться отъ стакана.

Одинъ итальянскій ученый опредѣлилъ ту силу, съ которой слой атмосферы давитъ на всѣ находящіеся на землѣ предметы и нашелъ, что **давленіе столба атмосферы или атмосферное давленіе равно приблизительно 15 фунтамъ на каждый квадратный дюймъ*) поверхности каждаго предмета.**

Съ давленіемъ столба атмосферы или атмосфернымъ давленіемъ люди условились сравнивать всѣ тѣ давленія газовъ или паровъ, съ которыми имъ приходится имѣть дѣло и измѣряютъ ихъ давленіе числомъ атмосферныхъ давленій или числомъ атмосферъ.

Теплота. Обращая вниманіе на состояніе, находящихся около насъ предметовъ, мы видимъ, что одно тѣло бываетъ горячѣе, другое холоднѣе. Одно тѣло нагрѣто

*) Квадратнымъ дюймомъ называется такая поверхность или площадка (квадратикъ), каждая сторона которой равна 1 дюйму.

больше, другое меньше. *Степень нагрѣтости тѣла называется его температурой и измѣряется градусами термометра.*

Теплота, которая имѣется въ какомъ-либо тѣлѣ, легко передается другому тѣлу при соприкосновеніи съ этимъ тѣломъ. Кромѣ того, при горѣніи какого-либо вещества, наприм., угля, дровъ, нефти или газа, часть теплоты передается еще въ видѣ лучей, исходящихъ отъ огня,—такая теплота называется лучистой.

Одни тѣла, какъ напримѣръ дерево, камень, требуютъ для своего нагрѣванія больше теплоты, другія, наприм.: мѣдь, желѣзо и т. д., меньше. Для того, чтобы судить о томъ, сколько именно теплоты требуетъ какое-либо тѣло для своего нагрѣванія условились количество теплоты измѣрять *единицами теплоты*, при чемъ *за единицу теплоты условились принимать количество теплоты нужное для нагрѣва 1 килограмма*) воды на 1 градусъ.*

То количество единицъ теплоты, которое нужно затратить для повышенія температуры одной вѣсовой единицы даннаго тѣла на 1°—называется теплоемкостью этого тѣла.

Такъ—теплоемкость воды=1 ед. теплоты, теплоемкость желѣза=$^{11}/_{100}$ ед. теплоты, теплоемкость мѣди=$^{9}/_{100}$ ед. теплоты и т. д.

Получая при соприкосновеніи съ другимъ тѣломъ часть его теплоты, различныя тѣла распространяютъ полученную теплоту внутри себя. Одни тѣла дѣлаютъ это легче, другія труднѣе, напримѣръ: желѣзо, мѣдь и, вообще, металлы—легко передаютъ черезъ себя теплоту, кирпичъ, камень, котельная накипь—значительно хуже, азбестъ-же совсѣмъ плохо передаетъ теплоту.

*) Килограммъ—это мѣра вѣса принятая во Франціи и равная приблизительно $2^1/_2$ русскимъ фунтамъ.

Способность тѣлъ распространять внутри себя теплоту или проводить ее черезъ себя, называется теплопроводностью.

Получая теплоту или нагрѣваясь, большинство тѣлъ увеличиваются въ объемѣ—расширяется. Это свойство замѣчается въ отношеніи всѣхъ тѣлъ какъ твердыхъ, такъ и жидкихъ и особенно въ отношеніи тѣлъ газообразныхъ.

Источники теплоты. Главнымъ источникомъ теплоты у насъ на землѣ служитъ солнце, являющееся естественнымъ источникомъ теплоты, но кромѣ того есть еще искусственные источники теплоты. Такими источниками являются треніе и горѣніе. Въ нашей жизни особенное распространеніе имѣетъ, именно, второй источникъ теплоты, т. е. горѣніе.

Горѣніе—есть явленіе химическое и *состоитъ въ соединеніи составныхъ, горючихъ частей какого-либо тѣла съ кислородомъ воздуха*, при чемъ выдѣляется теплота.

Главными составными частями топлива служатъ углеродъ и водородъ. Если хотя часть топлива нагрѣта до высокой температуры, то горючія части топлива начинаютъ соединяться съ кислородомъ воздуха, т. е. сгораютъ, развивая большое количество теплоты, которой мы и пользуемся для нашихъ цѣлей: для отопленія домовъ, обжига кирпича, отопленія котловъ и т. п.

Въ зависимости отъ количества содержащагося въ топливѣ углерода, водорода и другихъ горючихъ частей при сгораніи одного и того-же вѣсового количества разнаго топлива получается разное количество единицъ теплоты. *Способность 1 клгр. топлива при сгораніи развить или сотворить извѣстное число единицъ теплоты, называется теплотворной способностью.*

Каменный уголь (курной) содержитъ около 80 процентовъ*) углерода и каждый килограммъ его при сгораніи можетъ развить около 7500 единицъ теплоты, т. е. его теплотворная способность равна 7500 единицамъ теплоты.

Нефть содержитъ около 87 процентовъ углерода и ея теплотворная способность равна около 11000 единицъ топлоты.

Явленія, происходящія при нагрѣваніи воды. Если мы будемъ нагрѣвать 1 килограммъ воды въ открытомъ сосудѣ, напримѣръ, въ обыкновенной кастрюлѣ, до 100 градусовъ Цельсія, то для нагрѣванія ея на каждый градусъ намъ потребуется затратить по одной единицѣ теплоты, а всего потребуется 100×1=100 единицъ теплоты. При этомъ все время мы ясно видимъ, куда дѣвается та теплота, которую мы передаемъ водѣ—она идетъ на нагрѣваніе воды, т. е. на повышеніе ея температуры. *Съ поверхности воды* при нагрѣваніи выдѣляется паръ, т. е., какъ говорятъ, происходитъ **испареніе** воды.

Но когда вода въ открытомъ сосудѣ нагрѣется до 100°, то сколько бы мы не усиливали огня подъ этимъ сосудомъ нагрѣть воду выше этой температуры мы не сможемъ и та теплота, которую мы передаемъ водѣ, станетъ куда-то скрываться. Присматриваясь къ находящейся въ нашей кастрюлѣ водѣ, мы замѣтимъ, что внутри ея по всей толщинѣ слоя воды начинаютъ образовываться пузырьки пара, которые поднимаются кверху, вылетаютъ наружу и смѣшиваются съ воздухомъ. Вода, какъ говорятъ, закипаетъ.

Именно на образованіе изъ воды пузырьковъ пара, т. е. **на парообразованіе** и расходуется та теплота, кото-

*) Процентомъ называется сотая часть какого-либо количества. Если говорится, что углерода въ топливѣ 80 процентовъ, то это значитъ, что въ каждыхъ 100 пудахъ топлива заключается 80 частей, т. е. 80 пудовъ углерода, а 20 частей или 20 пудовъ другихъ примѣсей.

рую мы отдали водѣ и, которая какъ намъ казалось, скрылась неизвѣстно куда. Смѣривъ температуру этого пара, мы увидимъ, что она равна температурѣ воды, т. е. равна 100°.

Необходимо различать разницу между *испареніемъ*, т. е. выдѣленіемъ пара съ поверхности воды и *парообразованіемъ*, т. е. выдѣленіемъ пара по всей толщинѣ слоя воды.

Продолжая подогрѣваніе воды далѣе мы замѣтимъ, что, наконецъ, настанетъ такой моментъ, что вся бывшая въ сосудѣ вода обратится въ паръ и смѣшается съ воздухомъ. Если бы намъ удалось какъ-либо собрать весь полученный паръ, то мы бы увидѣли, что онъ занимаетъ объемъ въ 1700 разъ большій, чѣмъ занимала та вода, изъ которой онъ образовался.

Ученые люди, путемъ сложныхъ опытовъ, выяснили, что для того, чтобы обратить 1 килограммъ воды нагрѣтой до 100 градусовъ въ паръ, имѣющій ту же температуру, надо затратить еще 537 единицъ теплоты. Такимъ образомъ если взять 1 килограммъ холодной воды, имѣющей температуру ноль градусовъ (0°) и обращать ее въ паръ, то для подогрѣванія воды до 100° потребуется израсходовать 100 единицъ теплоты и для превращенія этой воды въ паръ еще 537 единицъ, а всего 100 + 537 = 637 единицъ. *То количество теплоты, которое* на первый взглядъ какъ-бы скрывается неизвѣстно куда, а на самомъ дѣлѣ *идетъ на превращеніе нагрѣтой до 100° воды въ паръ той-же температуры, называется скрытой теплотой парообразованія.*

Для того, чтобы далѣе болѣе ясно представить себѣ всѣ тѣ явленія, которыя происходятъ при нагрѣваніи воды и образованіи пара, возьмемъ вмѣсто кастрюли, въ которой мы подогрѣвали воду, сосудъ опредѣленнаго размѣ-

ра, именно возьмемъ сосудъ квадратнаго сѣченія, отверстіе котораго имѣетъ въ длину и ширину по 1 дюйму, т. е. имѣетъ площадь равную 1 квадратному дюйму, или еще лучше возьмемъ круглую съ одного конца запаянную трубку, отверстіе которой имѣетъ площадь, такъ же равную 1 квд. д.

Нальемъ въ трубку воды на высоту 1″, тогда у насъ въ трубкѣ будетъ 1 кубическій дюймъ воды.

Предположимъ, что надъ водою находится поршенекъ, плотно прилегающій къ стѣнкамъ трубки и для простоты будемъ считать, что этотъ поршенекъ не имѣетъ совсѣмъ вѣса и можетъ передвигаться вверхъ и внизъ по трубкѣ безъ всякаго тренія. Сверху и снизу на этотъ поршенекъ давитъ атмосферное давленіе.

Поставимъ теперь подъ трубку спиртовую лампочку и зажжемъ ее. Температура воды въ трубкѣ будетъ постепенно повышаться. Когда она достигнетъ 100°, то изъ воды начнетъ выдѣляться паръ и такъ какъ паръ занимаетъ объемъ большій, чѣмъ вода, то онъ заставитъ поршенекъ приподняться кверху. При продолженіи нагрѣванія трубки объемъ воды, находящейся въ ней будетъ все уменьшаться, а объемъ пара увеличиваться и поршенекъ будетъ подниматься все выше и выше до тѣхъ поръ, пока вода совершенно не исчезнетъ. Если теперь мы измѣримъ тотъ объемъ, который занимаетъ образовавшійся паръ, то увидимъ, что онъ будетъ равенъ 1700 куб. дюймамъ, т. е. будетъ въ 1700 разъ больше объема взятой для его образованія воды. Давленіе этого пара будетъ уравновѣшиваться давленіемъ воздуха, т. е. на нашъ поршенекъ сверху будетъ давить давленіе атмосферы (15 ф.), а снизу такое же давленіе пара. Поршенекъ будетъ оставаться на мѣстѣ и силой полученнаго пара

мы воспользоваться не можемъ, такъ какъ давленіе пара уравновѣшивается давленіемъ наружнаго воздуха.

Возьмемъ затѣмъ такую же трубку, нальемъ въ нее опять 1 куб. дюймъ воды, но положимъ на поршенекъ еще гирю въ 15 фунтовъ. Если мы начнемъ подогрѣвать трубку, то замѣтимъ, что поршенекъ начнетъ подниматься не при температурѣ 100°, а только при 121°.

При этой температурѣ подъ поршнемъ начнетъ образовываться паръ, который будетъ давить на поршенекъ и поднимать его. Сверху на поршенекъ будетъ давить давленіе атмосферы равное 15 фунтамъ + вѣсъ положенной пятнадцати фунтовой гири, т. е. паръ, находящійся въ трубкѣ, будетъ имѣть уже давленіе въ 2 атмосферы, изъ которыхъ одна уравновѣшивается давленіемъ воздуха, а другая—положенной на поршень гирей. Этимъ, лишнимъ противъ атмосфернаго давленіемъ пара, мы, если захотимъ, уже можемъ воспользоваться.

Если мы будемъ продолжать нагрѣваніе до тѣхъ поръ, пока вся вода не испарится, то замѣтимъ, что объемъ, занятый паромъ, будетъ уже не 1700 кубическихъ дюймовъ, а въ два раза меньше, т. е. 850 кубическихъ дюймовъ, но зато, какъ сказано, его давленіе или упругость будетъ уже въ 2 раза больше прежней.

Если далѣе мы положимъ на поршенекъ не одну гирю, а 2 гири по 15 фунтовъ, то мы замѣтимъ, что парообразованіе и поднятіе вверхъ поршенька начнется уже только при температурѣ 134°; объемъ, полученнаго при испареніи воды пара, будетъ равенъ только $^1/_3$ части первоначальнаго, а давленіе пара въ трубкѣ будетъ уже въ 3 раза больше атмосфернаго, или, какъ говорятъ, будетъ равно тремъ атмосферамъ. Изъ этихъ 3 атмосферъ давленія пара одна атмосфера уравновѣшивается давленіемъ воздуха, а 2 атмосферы могутъ быть использованы для какихъ угодно нашихъ цѣлей.

Если-бы мы могли помѣстить нашу трубку въ такое пространство, откуда выкачанъ воздухъ, то мы могли-бы, воспользоваться всѣми 3 атмосферами.

Въ техникѣ обыкновенно принимаютъ въ счетъ лишь избытокъ давленія пара противъ атмосфернаго давленія, т. е. то давленіе, которымъ мы можемъ воспользоваться и, если мы говоримъ, что въ котлѣ давленіе пара 11 атмосферъ, то это значитъ, что паръ въ котлѣ имѣетъ давленіе 11 атмосферъ сверхъ атмосфернаго давленія и что въ пустотѣ давленіе пара было-бы равно 12 атмосферамъ.

Возьмемъ теперь вновь нашу трубку съ водой, положимъ на поршенекъ грузъ 15 ф. и будемъ нагрѣвать воду. Черезъ извѣстное время подъ поршнемъ образуется паръ, давленіе котораго будетъ равно 1 атмосферѣ сверхъ давленія воздуха. Положимъ на поршенекъ еще одну гирю въ 15 ф. Поршенекъ осядетъ внизъ, т. е. паръ *сожмется* почти вдвое и давленіе его будетъ равно 2 атмосферамъ сверхъ давленія воздуха.

Положимъ еще гирю въ 15 ф., поршенекъ осядетъ еще больше, паръ сожмется еще больше, а давленіе его будетъ равно уже 3 атмосферамъ сверхъ давленія воздуха. Снимемъ обратно одну гирю въ 15 ф., паръ сейчасъ-же будетъ стремиться занять большее пространство или, какъ говорятъ, *расшириться*, поршенекъ снова поднимется вверхъ, а давленіе пара упадетъ съ 3-хъ атмосферъ до 2-хъ атмосферъ. Такимъ образомъ для одного и того-же количества пара чѣмъ больше давленіе пара, тѣмъ меньше его объемъ или, какъ принято говорить, *давленіе пара обратно пропорціонально занимаемому объему*. Это свойство пара извѣстно въ физикѣ подъ именемъ закона Маріотта.

Возьмемъ наконецъ еще разъ нашу трубку съ поршнемъ и, подогрѣвая находящуюся въ ней воду, заставимъ всю ее испариться. Когда вся вода обратится въ паръ, отнимемъ лампу и начнемъ обливать трубку снаружи холодной водой. Мы увидимъ, что при этомъ на внутренней поверхности трубки начнетъ осѣдать вода въ видѣ росы, а поршенекъ станетъ опускаться. Эта роса ничто иное какъ охладившійся паръ, обратившійся снова въ воду.

Поршенекъ, опускаясь внизъ, будетъ сдвигать со стѣнокъ внизъ частицы воды и мало по-малу весь паръ обратится въ воду, поршенекъ займетъ свое первоначальное положеніе, а количество воды въ трубкѣ подъ поршенькомъ будетъ какъ разъ то же самое, какое было въ началѣ опыта.

Такимъ образомъ *при нагрѣваніи воды она обращается въ паръ и обратно паръ—при охлажденіи его обращается снова въ воду*. Это явленіе хорошо извѣстно всякому работавшему на паровозѣ. При троганіи паровоза съ мѣста послѣ стоянки, паръ поступающій изъ котла въ цилиндры, соприкасаясь съ холодными стѣнками цилиндровъ, обращается въ воду, которая и собирается внутри цилиндра. Эта вода, называемая *конденсаціонной водой* скопляется въ цилиндрахъ въ значительномъ количествѣ и потому, при троганіи паровоза съ мѣста во избѣжаніе поврежденія частей паровоза, необходимо тщательно продувать цилиндровые краны

Подогрѣвая воду въ трубкѣ съ поршнемъ, мы видѣли, что при извѣстной нагрузкѣ на поршень можно получить паръ извѣстнаго давленія. Въ зависимости отъ давленія на поршень вода начинаетъ закипать при большей или меньшей температурѣ и получающійся паръ имѣетъ ту же температуру, какъ и та вода, изъ которой онъ выдѣляется. Этотъ паръ стремится расшириться до извѣстнаго объема и наполняетъ или насыщаетъ все пространство надъ водой. Такой паръ, *образующійся въ присутствіи воды, изъ которой онъ выдѣляется, называется* **насыщеннымъ**.

Представимъ теперь себѣ, что вся вода въ трубкѣ обратилась въ паръ и будемъ нагрѣвать трубку съ паромъ дальше. Мы увидимъ при этомъ, что давленіе пара будетъ оставаться почти безъ измѣненія, а температура пара будетъ быстро повышаться и паръ какъ говорятъ, будетъ **перегрѣваться**.

Перегрѣтый паръ обладаетъ уже нѣсколько иными свойствами, чѣмъ паръ насыщенный и, если, напримѣръ, мы трубку съ перегрѣтымъ паромъ начнемъ обливать холодной водою, то до тѣхъ поръ, пока температура перегрѣтаго пара не упадетъ до температуры пара насыщеннаго, не произойдетъ ни образованія росы на стѣнкахъ трубки, ни пониженія давленія, а поршенекъ останется на своемъ мѣстѣ. Когда же температура перегрѣтаго пара упадетъ до температуры пара насыщеннаго, то перегрѣтый паръ обратится въ насыщенный и будетъ обладать всѣми свойствами послѣдняго.

ГЛАВА II.

Устройство котла паровоза.

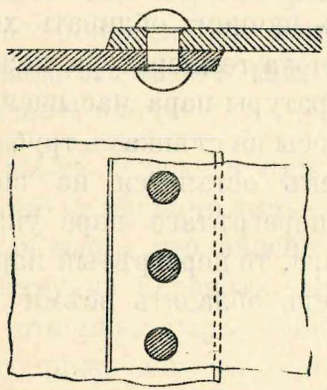
Котлы современныхъ паровозовъ устраиваютъ преимущественно изъ желѣзныхъ листовъ, кромѣ топки котла, которая обыкновенно дѣлается изъ мѣди. Въ послѣднее время начали дѣлать топки изъ стальныхъ листовъ.

Толщина листовъ желѣза, изъ котораго изготовляются котлы, бываетъ различна и зависитъ отъ діаметра котла и давленія въ немъ пара.

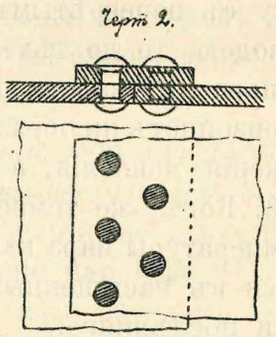
Въ паровозахъ нормальнаго правительственнаго типа діаметръ котла равенъ—1470 миллиметровъ а толщина желѣзныхъ листовъ равна—15 м/м. Въ новыхъ товарныхъ паровозахъ серіи Э, діаметръ котла равенъ 1703 м/м., а толщина листовъ $16^1/_2$ м/м.

Листы, изъ которыхъ строятся котлы, соединяются другъ съ другомъ при помощи заклепокъ. Склепыванье котельныхъ листовъ производятъ, или накладывая одинъ листъ на другой, какъ говорятъ *„въ закрой“ или „въ накладку“* (черт. 1) или *„въ притыкъ“*—когда листы соединяются своими торцами и связываются при помощи накладокъ (черт. 2).

Черт. 1.



Черт 2.



Заклепки ставятся или въ одинъ рядъ, или въ два ряда (двойной шовъ).

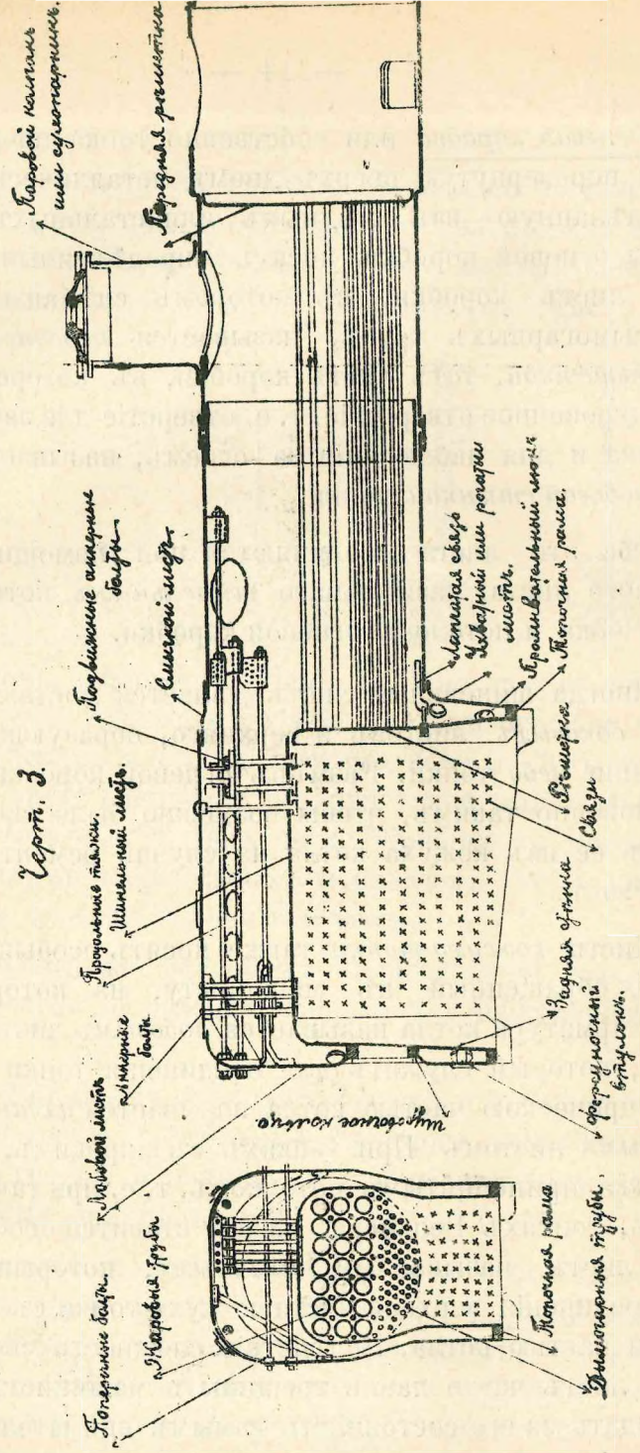
Діаметръ заклепокъ приблизительно равенъ двумъ толщинамъ листа, а разстояніе отъ кромки листа до центра заклепки берется равнымъ $1^1/_2$ діаметрамъ заклепки.

Котелъ паровоза состоитъ изъ трехъ главныхъ частей: *топки, цилиндрической части и дымовой коробки.* (Чер. № 3).

Топка въ свою очередь состоитъ изъ двухъ частей: огневой коробки, въ которой разводится огонь, служащій для образованія пара, и кожуха топки.

. . . . . .

Черт. 3.



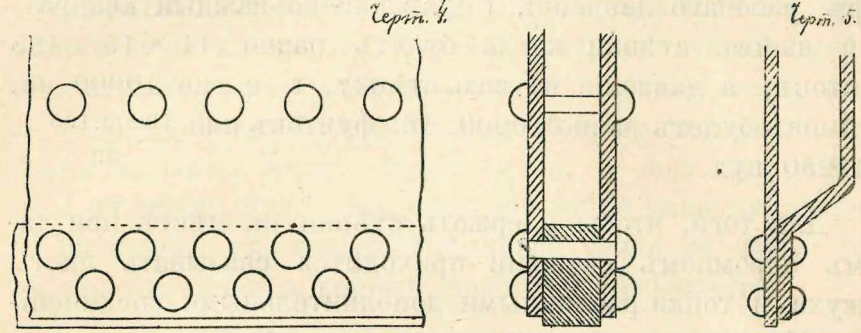
Огневая коробка или собственно топка представляетъ собой перевернутую вверхъ дномъ металлическую коробку, сдѣланную изъ мѣдныхъ или стальныхъ листовъ. Листы огневой коробки носятъ опредѣленныя названія: тотъ листъ коробки, въ которомъ сдѣланы отверстія для дымогарныхъ трубъ, называется *передней стѣнкой или рѣшеткой*, тотъ листъ коробки, въ которомъ устроено шуровочное отверствіе, т. е. отверстіе для забрасыванія топлива и для наблюденія за огнемъ, называется *задней или лобовой стѣнкой* топки.

Оба эти листа соединяются при помощи третьяго большого листа, называемаго *шинельнымъ*, который образуетъ бока и потолокъ огневой коробки.

Иногда шинельный листъ дѣлается составнымъ изъ 2 хъ *боковыхъ* листовъ и верхняго, образующаго *потолокъ* или *небо* топки. Размѣръ огневой коробки дѣлается обыкновенно такимъ, чтобы возможно было свободно вынимать ее изъ кожуха котла на случай ремонта и смѣны ея листовъ.

Листы *кожуха топки* также носятъ особыя названія; листъ, обращенный къ машинисту, на которомъ ставится арматура котла называется *лобовымъ* листомъ. Тотъ листъ, который служитъ для соединенія топки внизу съ цилиндрическою частью котла называется *ухватнымъ* или *рогатымъ* листомъ При топкахъ съ широкимъ, плоскимъ и слегка приподнятымъ потолкомъ, т. е. при такъ называемыхъ, топкахъ Бельпера, вверху ставится особый фасонный листъ, называемый *смычнымъ*, который служитъ для соединенія верхней части кожуха топки съ цилиндрической частью котла. Вслѣдствіе сложности своей формы этотъ листъ часто даетъ трещины и машинистъ долженъ наблюдать за его состояніемъ самымъ внимательнымъ образомъ.

Соединеніе огневой коробки съ нижней частью кожуха топки производится обыкновенно при помощи желѣзной рамы, называемой *топочной рамой*. Листы огневой коробки, рама и листы кожуха склепываются вмѣстѣ двой-



нымъ рядомъ заклепокъ (Черт. 4). Иногда это соединеніе образуется путемъ отгибанія листовъ огневой коробки и склепываніемъ ихъ съ листами кожуха безъ вставки топочной рамы (Черт. 5). Но при такой конструкціи въ мѣстахъ перегиба листовъ легко появляются трещины и на большинствѣ современныхъ паровозовъ соединеніе дѣлается при помощи топочныхъ рамъ.

Подобнымъ же способомъ производится соединеніе листовъ кожуха и огневой коробки и у шуровочнаго отверстія.

Разстояніе между стѣнками кожуха и топки у топочной рамы дѣлается не меньше 3—4 дюймовъ, воизбѣжаніе засоренія его грязью и накипью и для возможности лучшей очистки котла при промывкѣ.

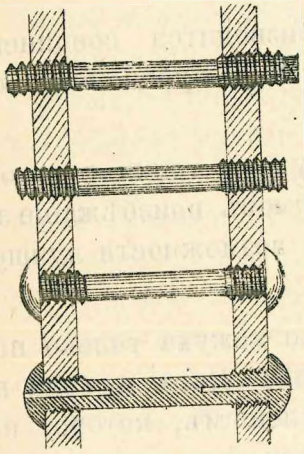
Но соединенія листовъ топки и кожуха только при помощи топочной рамы недостаточно. Паръ и вода въ котлѣ находятся подъ большимъ давленіемъ, которое передается на стѣнки топки и стремится прогнуть ихъ съ очень большой силой. Напримѣръ, боковая стѣнка огневой коробки паровоза средняго размѣра имѣетъ въ длину и ширину около 100 дюймовъ, т. е. поверхность ея

приблизительно равна 100×100=10000 квадратныхъ дюймовъ. Паръ давленіемъ въ одну атмосферу производитъ на каждый квадратный дюймъ стѣнокъ котла давленіе равное 15 фунтамъ и, если въ котлѣ имѣется 11 атмосферъ рабочаго давленія, то давленіе на каждый квадратный дюймъ стѣнки котла будетъ равно 11×15=165 фунтовъ, а давленіе на всю стѣнку, т. е. на 10000 кв. дюймовъ будетъ равно 10000. 165 фунтовъ или $\frac{10000.165}{40}$ = =41250 пуд.

Для того, чтобы удержать стѣнки на мѣстѣ при такомъ огромномъ давленіи приходится связывать листы кожуха и топки различными дополнительными соединеніями, именно: *связями*, *анкерными болтами и тяжами*.

Топочныя связи служатъ для скрѣпленія вертикальныхъ стѣнокъ кожуха и огневой коробки, и представляютъ собою сдѣланные изъ красной мѣди или изъ желѣза болты толщиною 22—25 м/м. съ утолщеніями на концахъ, на которыхъ дѣлается нарѣзка, служащая для вворачиванія связи въ стѣнки кожуха и топки (черт. 6).

Черт. 6.



Для постановки связей въ листахъ кожуха и огневой коробки просверливаются отверстія, которыя затѣмъ нарѣзаются одновременно въ обоихъ листахъ при помощи длиннаго слегка коническаго мечика.

По этому же мечику затѣмъ нарѣзается на станкѣ рѣзьба на обоихъ концахъ связи, которая въ точности соотвѣтствуетъ рѣзьбѣ мечика и при томъ дѣлается такъ, что рѣзьба

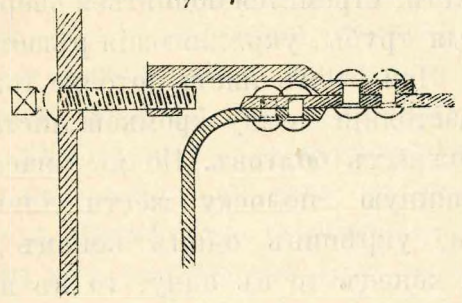
одного конца служитъ продолженіемъ рѣзьбы другого, т. е. какъ будто бы связь сначала имѣла рѣзьбу по всей длинѣ ея, а затѣмъ въ средней части рѣзьба срѣзана.

Съ толстаго конца связи иногда дѣлается квадратъ, при помощи котораго связь крѣпко ввертывается въ предназначенныя отверстія, затѣмъ квадратъ обрубается, а оставленные концы расклепываются въ холодномъ видѣ въ головки. Во избѣжаніе напрасной траты матеріала квадраты большею частью не дѣлаются, а связь заворачивается на мѣсто при помощи глухой гайки навинчивающейся на конецъ ея. Послѣ постановки связи на мѣсто гайка свертывается, а конецъ связи расклепывается.

Связи ставятся на разстояніи отъ 100 до 150 м/м. другъ отъ друга.

Для наблюденія за цѣлостью связей и обнаруженія обрыва ихъ, съ обоихъ концовъ въ связи просверливаются на нѣкоторую глубину, такъ называемые *контрольные каналы* или *контрольныя отверстія*. При обрывѣ связи вода проникаетъ черезъ это отверстіе наружу и тѣмъ даетъ знать объ обрывѣ связи. Передняя стѣнка огневой коробки, служащая для постановки дымогарныхъ трубъ скрѣпляется съ кожухомъ при помощи связей только въ нижней своей части, верхняя же ея часть вполнѣ надежно удерживается на мѣстѣ дымогарными трубами. Ниже дымогарныхъ трубъ передняя стѣнка соединяется съ цилиндрической частью котла при помощи особыхъ *„лапчатыхъ связей“* (черт. 7).

Черт. 7.



Для скрѣпленія кожуха съ потолкомъ топки служатъ болѣе длинныя связи, называемыя *анкерными болтами* (черт. 3).

Въ прежнее время для укрѣпленія верхнихъ концовъ анкерныхъ болтовъ употреблялись такъ называемыя анкерныя балки, которыя своими концами упирались на края потолка или на особые кронштейны, приклепанные къ кожуху котла. Но при употребленіи анкерныхъ балокъ пространство надъ потолкомъ топки сильно загромождается и становится затруднительнымъ очищать потолокъ топки при промывкѣ и наблюдать за нимъ, поэтому въ настоящее время анкерные болты большею частью ставятся также, какъ и связи, т. е. однимъ концомъ ввертываются въ потолокъ огневой коробки, а другимъ въ потолокъ кожуха. Вмѣсто расклепыванья концовъ болтовъ на нихъ обыкновенно ставятся анкерныя гайки, иногда же, вмѣсто постановки гаекъ, концы болтовъ также расклепываются въ головку.

Два переднихъ ряда анкерныхъ болтовъ дѣлаются *подвижными*. Это дѣлается для того, чтобы нѣсколько ослабить жесткость соединенія потолка и дать возможность передней стѣнкѣ при нагрѣваніи свободнѣе расширяться вверхъ. При заправкѣ паровоза, мѣдная рѣшетка отъ нагрѣванія стремится расшириться и, будучи укрѣплена въ нижней своей части, стремится подняться вверхъ, чему длинныя дымогарныя трубы, укрѣпляющія рѣшетку, почти не препятствуютъ. При этомъ листъ потолка топки изгибается кверху на разстояніи между кромкой листа и первымъ рядомъ неподвижныхъ болтовъ. Но мы знаемъ, что если возьмемъ длинную полоску жести длиной около 20—30 дюймовъ и, укрѣпивъ одинъ конецъ ея, начнемъ изгибать другой конецъ то въ одну, то въ другую сторону на величину 1 дюйма, то даже при многочисленныхъ такихъ изгибахъ, наша полоска останется цѣлой. Если же взять жестянную полоску длиной только

2—3 дюйма и начать изгибать ее на тотъ же дюймъ въ одну и другую сторону, то жесть очень быстро дастъ трещину въ мѣстѣ перегиба. Тоже самое происходитъ и съ листомъ образующимъ потолокъ топки и чѣмъ больше разстояніе отъ кромки шва до перваго ряда анкерныхъ болтовъ, тѣмъ менѣе можно ожидать появленія трещинъ въ этой части потолка топки.

Стѣнки кожуха топки выше топочныхъ связей также требуютъ укрѣпленія во избѣжаніе распиранія ихъ давленіемъ пара. Съ этой цѣлью боковыя стѣнки кожуха топки стягиваются при помощи *поперечныхъ болтовъ*, которые пропускаются черезъ боковыя стѣнки топки, снабжаются по концамъ рѣзьбой и укрѣпляются гайками. Для лучшаго укрѣпленія концовъ болтовъ въ косыхъ стѣнкахъ приклепываются фасонныя, кованныя шайбы.

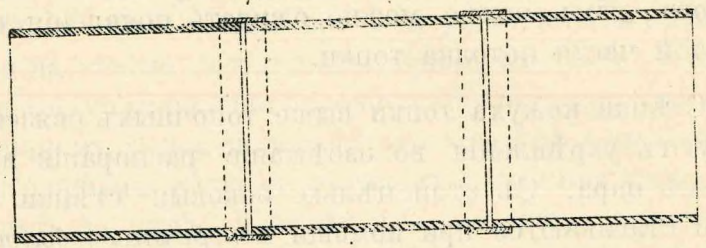
Лобовой листъ укрѣпляется продольными *„тяжами“*, или скрѣпляется съ потолкомъ кожуха и его стѣнками при помощи косынокъ или реберъ, склепанныхъ изъ листового желѣза (черт. 3).

Цилиндрическая часть котла состоитъ обыкновенно изъ 2 или 3 звеньевъ или барабановъ. Каждое звено образуется большей частью изъ одного желѣзнаго или стальнаго листа, свернутаго въ цилиндръ по направленію прокатки его. Соединеніе концовъ листовъ образующихъ звенья между собою производится большею частью при помощи двойного ряда заклепокъ, причемъ всѣ продольные швы звеньевъ располагаются въ верхней части котла воизбѣжаніе осѣданія на нихъ накипи и ихъ разъѣданія. Кромѣ того сосѣднія звенья располагаются такъ, чтобы ихъ продольные швы не совпадали другъ съ другомъ.

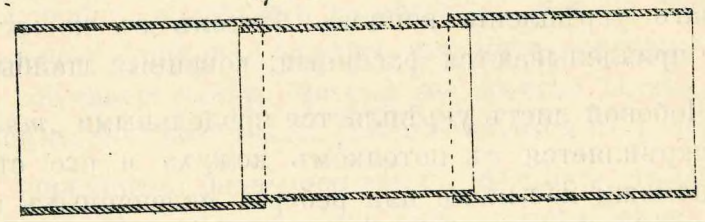
Всѣ звенья котла дѣлаются или одного діаметра и тогда они соединяются между собой *„въ притыкъ“*, при по-

мощи накладокъ (черт. 8), или же они дѣлаются разнаго діаметра, входятъ одинъ въ другой и соединяются „*въ закрой*“ (черт. 9).

Черт. 8.



Черт. 9.



При томъ и другомъ способѣ соединенія необходимо ихъ дѣлать такъ, чтобы при промывкѣ грязная вода не могла задерживаться по пути и имѣла возможно лучшій стокъ къ ближайшему люковому отверстію.

При плохой водѣ, во избѣжаніе разъѣданія поперечныхъ швовъ цилиндрической части котла, эти швы прикрываются щитками изъ тонкаго желѣза, не позволяющими выдѣляющимся изъ воды солямъ, разъѣдать самые листы котла. Иногда такими щитками закрываются не только швы котла, но и вся нижняя часть цилиндрической части котла.

Сверху на цилиндрической части котла паровоза помѣщается паровой колпакъ или *сухопарникъ* (черт. 3), слу-

жащій для собиранія и высушиванія полученнаго въ котлѣ пара, откуда затѣмъ этотъ паръ по трубѣ направляется въ цилиндры паровоза. Для соединенія сухопарника съ цилиндрической частью котла въ послѣдней дѣлается отверстіе такого размѣра, чтобы въ него могъ пролѣзть человѣкъ и могла свободно помѣститься головка регуляторной трубы.

Такъ какъ прорѣзкой этого отверстія ослабляется прочность барабана котла, то, для усиленія его, кругомъ отверстія для колпака, приклепывается особое желѣзное кольцо, объемъ котораго равенъ объему вырѣзанной части.

Паровой колпакъ обыкновенно состоитъ изъ двухъ частей, соединяющихся между собой при помощи фланцевъ и болтовъ. Поверхности соприкасанія нижней и верхней части колпака тщательно пригоняются другъ къ другу и ставятся или на надежной прокладкѣ, или лучше всего на притиркѣ. Иногда колпаки дѣлаются въ видѣ сплошного цилиндра съ отверстіемъ вверху, закрываемымъ плоскою желѣзной крышкою на болтахъ.

Въ переднемъ концѣ цилиндрической части котла помѣщается *передняя рѣшетка*, образующая собой переднюю стѣнку котла и служащая для укрѣпленія концовъ дымогарныхъ трубъ. Передняя рѣшетка соединяется заклепочнымъ швомъ съ переднимъ барабаномъ котла.

Дымогарныя трубы. Для отвода продуктовъ горѣнія изъ огневой коробки въ дымовую коробку и далѣе въ атмосферу, паровозный паровой котелъ снабжается дымогарными трубами, которыя заполняютъ собою всю его цилиндрическую часть. Внутренняя поверхность трубъ омывается горячими газами, а наружная—наполняющей котелъ водой. Для отвода газовъ было-бы конечно проще устроить одну широкую трубку прямо надъ топкой, но тогда

горючіе газы изъ топки уходили бы въ атмосферу слишкомъ горячими и мы не взяли-бы отъ нихъ всего того тепла, которое они могутъ дать.

Для того, чтобы заставить продукты горѣнія отдать возможно большую часть своего тепла находящейся въ котлѣ водѣ, ихъ заставляютъ проходить возможно длинный путь и соприкасаться съ возможно большей площадью котла, черезъ которую они и отдаютъ водѣ свое тепло и выходятъ изъ дымовой коробки охладившись до 300°, тогда какъ въ огневой коробкѣ они имѣли температуру около 1200°.

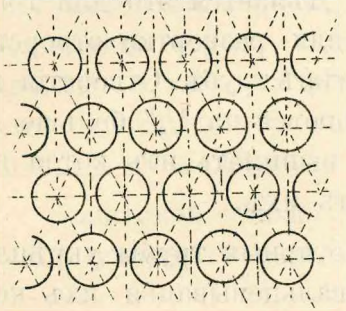
Та поверхность, т. е. *площадь тѣхъ стѣнокъ котла, которыя съ одной стороны соприкасаются съ огнемъ или горячими газами, а съ другой омываются водою, называется* **поверхностью нагрѣва котла**. Поверхность нагрѣва котла состоитъ изъ поверхности нагрѣва топки и поверхности нагрѣва дымогарныхъ трубъ.

Поверхность нагрѣва дымогарныхъ трубъ составляетъ около 0,8 всей поверхности нагрѣва и зависитъ отъ числа дымогарныхъ трубъ. Чѣмъ больше число дымогарныхъ трубъ, тѣмъ больше поверхность ихъ нагрѣва и тѣмъ больше можно получить отъ котла пару.

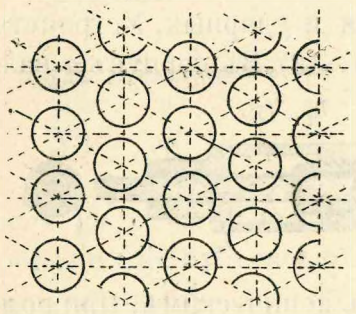
Число дымогарныхъ трубъ зависитъ отъ расположенія ихъ относительно другъ друга. Для того, чтобы паръ могъ свободно выдѣляться съ поверхности трубъ, разстояніе между послѣдними дѣлается около 20 миллиметровъ, причемъ это разстояніе впослѣдствіи уменьшается при покрываніи трубъ накипью.

Существуетъ три способа расположенія дымогарныхъ трубъ: горизонтальными рядами (черт. 10), вертикальными рядами (черт. 11) и вертикальными и горизонтальными рядами (черт. 12).

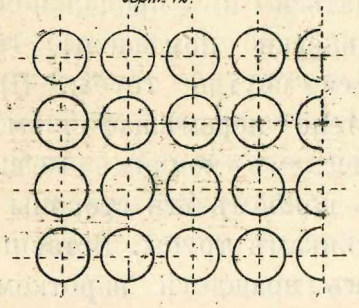
Черт. 10.



Черт. 11.



Черт. 12.



Изъ этихъ 3-хъ способовъ второй способъ надо признать наиболѣе удобнымъ, такъ какъ при немъ выдѣленіе пузырьковъ пара изъ нижнихъ слоевъ воды ничѣмъ не стѣснено и имѣется возможность очищать (прорѣзать) трубы. При третьемъ способѣ число дымогарныхъ трубъ уменьшается почти на 10 %, что конечно не выгодно т. к. этимъ уменьшается поверхность нагрѣва котла.

Въ настоящее время для паровозовъ употребляются главнымъ образомъ гладкія дымогарныя трубы діаметромъ около 50 м/м. или 2 дюймовъ. Дымогарныя трубы изготовляются изъ мягкаго желѣза высшаго качества и принимаются отъ заводовъ на весьма строгихъ условіяхъ. При этомъ, вмѣсто употреблявшихся ранѣе трубъ сваренныхъ изъ желѣзныхъ листовъ, нынѣ примѣняются главнымъ образомъ цѣльно тянутыя трубы. Отъ употребленія мѣдныхъ трубъ, а равно ребристыхъ трубъ, отказались вслѣдствіе дороговизны ихъ и быстраго изнашиванья.

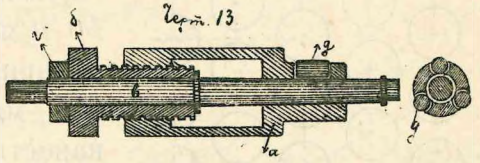
Отверстія для дымогарныхъ трубъ въ рѣшеткѣ огневой ко-

робки и въ передней рѣшеткѣ дѣлаются различными. Отверстія для трубъ въ новой задней рѣшеткѣ дѣлаются на $^1/_8$″ меньше діаметра трубъ, а самыя трубы подсаживаются на такую же величину. Дѣлается это для того, чтобы имѣть запасъ матеріала для развертки отверстій въ рѣшеткѣ при послѣдующей смѣнѣ трубъ. Отверстія въ передней рѣшеткѣ наоборотъ дѣлаются на $^1/_8$″ больше діаметра трубъ, чтобы легче было вынимать изъ котла покрытыя накипью трубы при смѣнѣ ихъ.

Вставленныя въ котелъ дымогарныя трубы укрѣпляются въ рѣшеткахъ путемъ развальцевыванья ихъ концовъ сначала въ передней, а потомъ въ задней (огневой) рѣшеткѣ при помощи особой машинки, называемой вальцевкой.

Вальцевки бываютъ винтовыя и ударныя. Устройство винтовой вальцовки таково: (черт. 13) Въ корпусъ *а* вальцевки ввернута нарѣзьбѣ втулка *б*, оканчивающаяся головкой въ видѣ гайки. Внутри втулки пропущено веретено *в*, конецъ котораго сдѣланъ коническимъ. При помощи заплечика и шайбы *г* веретено связано со втулкой *б* такимъ образомъ, что можетъ вращаться во втулкѣ, но не можетъ безъ нея перемѣщаться въ продольномъ направленіи. Въ корпусѣ вальцевки помѣщены три ролика *д*. Вальцевка вставляется внутрь трубы. При вращеніи гайки втулки *б* веретено перемѣщается вмѣстѣ со втулкой и, входя коническимъ концомъ между роликами, раздвигаетъ ихъ какъ клиномъ въ стороны и прижимаетъ къ внутреннимъ стѣнкамъ трубы. Вставивъ вальцевку на мѣсто, котельщикъ вращаетъ воротком веретено *в* и ролики, вращаясь по окружности трубы, начинаютъ раскатывать трубу и уплотнять конецъ ея въ

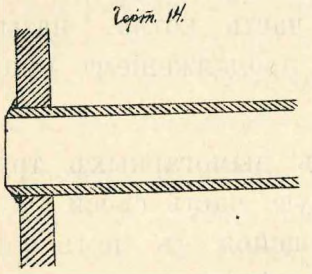
Черт. 13.



рѣшеткѣ. Постепенно увеличивая нажатіе роликовъ поворачиваньемъ гайки втулки достигаютъ желаемой степени развальцевки трубы, при чемъ по обѣ стороны рѣшетки получаются заплечики, способствующіе болѣе прочному укрѣпленію трубъ. Кромѣ винтовыхъ вальцевокъ употребляются такъ же ударныя вальцевки, у которыхъ веретено перемѣщается не при помощи винта, а при помощи ударовъ молотка.

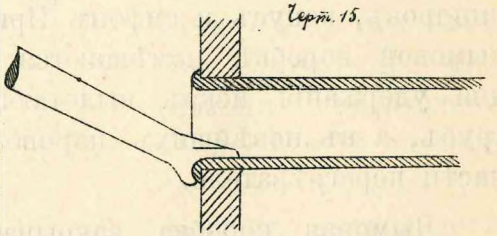
Практикой однако доказано, что винтовыя вальцевки лучше ударныхъ вальцевокъ, такъ какъ употребленіе послѣднихъ ведетъ къ порчѣ рѣшетки и разстройству сосѣднихъ трубъ отъ значительныхъ ударовъ молотка.

Черт. 14.



Послѣ развальцевки трубъ концы ихъ со стороны огневой коробки отгибаются въ видѣ буртиковъ. Существуетъ два пріема отгибанія буртиковъ: *подъ оправку* (черт. 14) и *подъ крючекъ* (черт. 15). Образованіе буртиковъ трубъ подъ оправку требуетъ меньше работы, но зато буртики образованные подъ оправку, имѣютъ тонкое и острое ребро и быстрѣе обгораютъ, тогда какъ буртики образованные при помощи указаннаго на черт. 15 инструмента, т. е. подъ крючекъ—имѣютъ болѣе плавныя очертанія и служатъ болѣе исправно.

Черт. 15.



Для лучшаго прилеганія трубъ къ рѣшеткѣ огневой коробки трубы снабжаются или напаянными *мѣдными наконечниками* длиной 4—5″ или мѣдными *колечками*, на-

дѣтыми поверхъ желѣзныхъ трубъ. На Владикавказской дорогѣ въ послѣднее время употребляются исключительно трубы съ колечками какъ болѣе дешевыя и, при надлежащемъ уходѣ работающія ничуть не хуже трубъ съ мѣдными концами.

За послѣднее время трубопрокатнымъ заводамъ удалось достигнуть настолько удовлетворительныхъ качествъ желѣза для трубъ, что является надежда въ будущемъ совершенно отказаться отъ употребленія какъ мѣдныхъ концовъ, такъ и колечекъ и развальцевывать непосредственно самыя желѣзныя трубы.

Дымовая коробка. Передняя часть котла, называемая дымовой коробкой служитъ продолженіемъ цилиндрической части котла.

Въ эту часть поступаютъ изъ дымогарныхъ трубъ продукты горѣнія, отдавшіе большую часть своей теплоты черезъ стѣнки котла заключающейся въ немъ водѣ. Изъ дымовой коробки продукты горѣнія поступаютъ по дымовой трубѣ въ атмосферу. Въ дымовой коробкѣ паровоза помѣщаются такъ же паровыя трубы, ведущія паръ въ цилиндры и отводящія отработанный паръ изъ цилиндровъ, конусъ и сифонъ. При угольномъ отопленіи въ дымовой коробкѣ помѣщаются такъ же приспособленія для удержанія искръ вылетающихъ изъ дымогарныхъ трубъ, а въ новѣйшихъ паровозахъ помѣщаются еще и части перегрѣвателя.

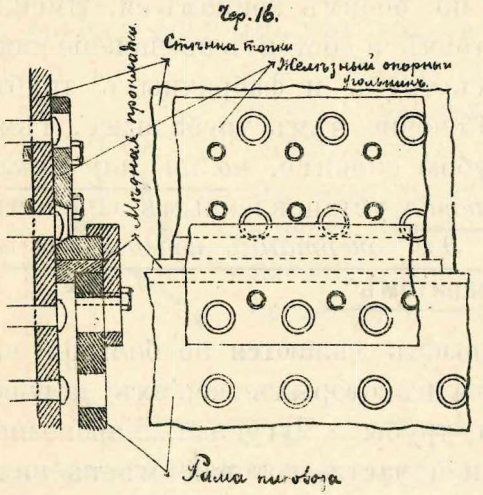
Дымовая коробка закрывается спереди дверцами. Форма дверецъ бываетъ различна, но на большинствѣ новыхъ паровозовъ устраиваются одностворчатыя дверцы, которыя для большей прочности дѣлаются выпуклыми. Дверцы дымовой коробки должны быть плотно припасованы къ переднему листу дымовой коробки, чтобы во время работы паровоза въ дымовую коробку не попадалъ

атмосферный воздухъ и въ ней поддерживалось нужное для образованія тяги разрѣженіе.

Дымовая коробка дѣлается обыкновенно изъ листового желѣза толщиной около $^3/_8$ дюйма. Желѣзо берется столь значительной толщины потому, что хотя стѣнки дымовой коробки и не подвержены значительному давленію, но дымовая коробка служитъ для прикрѣпленія котла въ рамѣ паровоза. Это соединеніе производится обыкновенно при помощи 2-хъ рядовъ тщательно пригнанныхъ болтовъ съ гайками и дѣлается очень прочнымъ для того, чтобы при нагрѣваніи котла не происходило въ этомъ мѣстѣ перемѣщенія котла относительно рамы, что могло-бы разстроить соединеніе паропроводныхъ трубъ и даже оборвать эти трубы. Иногда, особенно въ паровозахъ старыхъ типовъ, это соединеніе производится при помощи заклепокъ.

Кромѣ соединенія котла съ рамой наглухо у дымовой коробки котелъ опирается на раму еще въ задней своей части, у топки, при помощи особыхъ опорныхъ угольниковъ, прикрѣпляемыхъ къ стѣнкамъ кожуха топки, ввернутыми въ котелъ шпильками (черт. 16). Такъ какъ котелъ при нагрѣваніи значительно удлиняется и вмѣстѣ съ тѣмъ наглухо укрѣпленъ въ передней части, то при расширеніи котла все удлиненіе передается назадъ и опорные угольники скользятъ по рамѣ. Для того, чтобы это скольженіе происходило легче на опорныя поверхности угольниковъ ставятся мѣдныя надѣлки или прокладки.

Чер. 16.



На лобовомъ листѣ котла ставится еще одинъ угольникъ удерживающій котелъ на мѣстѣ отъ сдвига въ стороны при проходѣ паровоза по закругленіямъ.

Кромѣ опоры котла у дымовой коробки и у топки иногда котелъ поддерживается еще въ 1 или 2-хъ мѣстахъ цилиндрической своей части при помощи дополнительныхъ опоръ, образованныхъ продолженіемъ вверхъ поперечныхъ скрѣповъ рамы. При этомъ, для мягкости соединенія, между котломъ и опорой прокладываются цинковыя прокладки.

Дымовая труба. Для отведенія отработанныхъ горячихъ газовъ изъ дымовой коробки въ атмосферу и для образованія тяги въ топкѣ на паровозахъ устраивается дымовая труба.

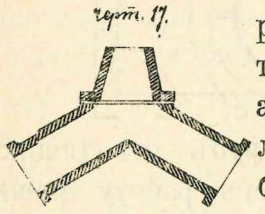
Тяга въ трубахъ вообще происходитъ оттого, что внизу трубы, у поверхности земли давленіе слоя воздуха больше, чѣмъ въ болѣе верхнихъ слояхъ атмосферы и потому воздухъ старается подняться вверхъ по трубѣ, чтобы уравнять давленіе по обоимъ концамъ ея. Именно въ образованіи тяги въ топкѣ и состоитъ назначеніе какъ обыкновенныхъ дымовыхъ трубъ и фабричныхъ трубъ, такъ и трубы паровоза. Конечно чѣмъ труба выше, тѣмъ и тяга, доставляемая трубою сильнѣе, *но на паровозахъ высота трубъ ограничивается* установленнымъ закономъ, *предѣльнымъ размѣромъ для очертаній подвижного состава, называемымъ* **„габаритомъ“.**

Трубы нашихъ паровозовъ дѣлаются по большей части чугунными и лишь на нѣкоторыхъ серіяхъ паровозовъ имѣются желѣзныя трубы. Чугунная паровозная труба состоитъ изъ верхней части, которая имѣетъ видъ расширяющаго къ верху конуса и нижней части—фундамента или сѣдалища; обѣ части соединяются при помощи болтовъ. Иногда чугунныя трубы также какъ и желѣзныя дѣлаются цѣльными. Верхняя часть трубы дѣлается конической, потому что опыты показали, что коническія трубы лучше удаляютъ газы, чѣмъ цилиндрическія.

Конечно устройства одной невысокой паровозной трубы для образованія тяги въ котлѣ паровоза совершенно недостаточно и потому кромѣ трубы на паровозахъ устанавливаются еще особыя, вспомогательныя приспособленія для усиленія тяги именно конусъ и сифонъ.

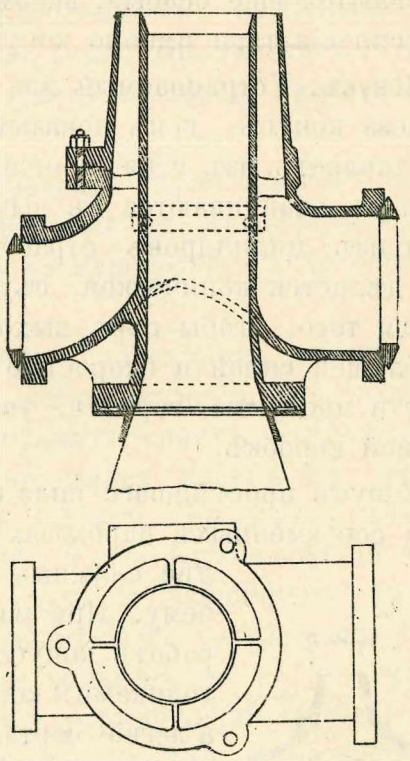
Конусъ. Устраиваемый для усиленія тяги въ топкѣ паровоза конусъ, какъ показываетъ самое его названіе, представляетъ изъ себя конической формы наконечникъ, которымъ оканчиваются въ дымовой коробкѣ трубы, отводящія изъ цилиндровъ отработанный паръ. Этотъ приборъ дѣлается конической, съуживающейся кверху, формы для того, чтобы паръ выходилъ изъ отверстія конуса съ бо́льшей силой и скоростью и, захватывая съ собой по пути продукты горѣнія, увеличивалъ разрѣженіе въ дымовой коробкѣ.

Конусъ простѣйшаго вида изображенъ на чертежѣ 17, но на современныхъ паровозахъ устраиваются конуса болѣе сложные и дѣлается это вотъ почему. При малой дымовой коробкѣ при работѣ конуса разрѣженіе происходитъ толчками и конусъ, какъ говорятъ, рветъ, а легкіе сорта угля подскакиваютъ на колосниковой рѣшеткѣ; чтобы достигнуть болѣе равномѣрной тяги объемъ дымовыхъ коробокъ стали дѣлать гораздо больше, чѣмъ раньше. Но если при большой дымовой коробкѣ поставить конусъ вверху, то при работѣ паровоза онъ будетъ производить разрѣженіе только въ верхней части коробки, разрѣженіе же внизу ея будетъ недостаточнымъ и нижнія дымогарныя трубы будутъ работать слабо. Если обратно поставить конусъ внизъ, то такое же



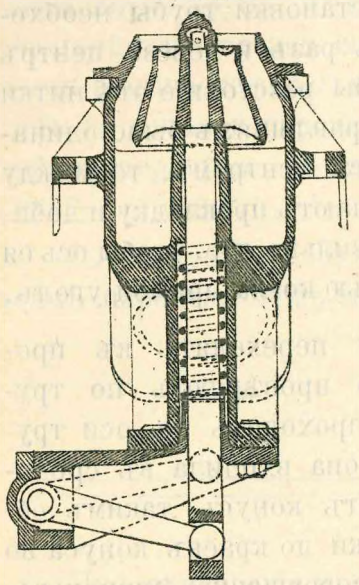
явленіе будетъ происходить съ верхними трубами. Чтобы избѣжать такого явленія и по возможности уравнять разрѣженіе во всѣхъ частяхъ дымовой коробки, употребляется конусъ Адамса, у котораго отверстіе, черезъ которое выходитъ отработанный паръ, имѣетъ видъ кольца. (Черт. 18). Выходящій паръ захватываетъ съ собой отработанные газы какъ находящіеся кругомъ парового кольца, такъ и внутри конуса. Для того, чтобы возможно большая часть газовъ попадала внутрь конуса и затѣмъ въ трубу, къ конусу придѣлывается снизу юбка изъ тонкаго желѣза, которая называется *петикотомъ*, и при помощи которой при верхнемъ конусѣ газы захватываются и изъ нижней части дымовой коробки.

Черт. 18.



Но конусъ, съуживая сѣченіе трубъ отводящихъ мятый паръ тѣмъ самымъ затрудняетъ работу машины и потому при легкой работѣ паровоза, когда не надо особенно сильнаго горѣнія и слѣдовательно сильной тяги, желательно, чтобы сѣченіе конуса было возможно больше, чтобы паръ легче могъ выходить изъ цилиндровъ. Съ этой цѣлью устраиваютъ конуса съ перемѣннымъ сѣченіемъ, какъ указано напримѣръ на чертежѣ 19.

Черт. 19.



Провѣрка постановки трубы и конуса. Главнымъ условіемъ хорошаго разрѣженія въ дымовой коробкѣ является правильность установки конуса и дымовой трубы, которыя должны строго соотвѣтствовать другъ другу. Поэтому какъ при сборкѣ, такъ и при дальнѣйшей работѣ паровоза всегда надо обращать особенное вниманіе на правильность постановки указанныхъ частей.

Провѣрка правильности установки трубы и конуса начинается съ провѣрки установки трубы. Для того, чтобы провѣрить правильность установки трубы, прежде всего устанавливаютъ паровозъ по уровню, т. е. такъ, чтобы верхнія кромки листовъ рамы были горизонтальны. Для этого кладутъ сначала линейку съ уровнемъ на верхнія кромки рамы вдоль нея, а потомъ поперекъ и уравниваютъ раму при помощи домкратовъ. Если уровень показываетъ, что линейка, положенная какъ въ одномъ такъ и въ другомъ направленіи, совершенно горизонтальна, то значитъ и рама „стоитъ по уровню“, а значитъ по уровню стоитъ и котелъ, неподвижно соединенный съ рамой. Установивъ паровозъ по уровню, приступаютъ къ провѣркѣ положенія трубы, для чего въ верхнемъ сѣченіи ея при помощи желѣзнаго креста укрѣпляютъ обыкновенную, крѣпкую нитку съ привязаннымъ на концѣ ея грузомъ. Нитку эту устанавливаютъ такъ, чтобы она въ верхнемъ сѣченіи трубы проходила какъ разъ въ центрѣ, т. е. чтобы разстояніе отъ нитки до кромки трубы во всѣ 4 стороны

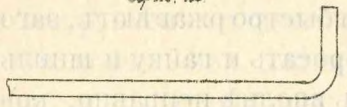
было одинаково. Установивъ такимъ образомъ нитку смотрятъ, какое положеніе она займетъ въ нижнемъ сѣченіи трубы. Для правильности установки трубы необходимо, чтобы нитка проходила какъ разъ и черезъ центръ нижняго сѣченія трубы, т. е. чтобы разстояніе отъ нитки до стѣнокъ трубы по всѣмъ 4 направленіямъ было одинаково. Если нитка не совпадаетъ съ центромъ, то между фундаментомъ трубы и котломъ дѣлаютъ прокладку и добиваются того, чтобы труба стояла правильно, т. е. чтобы ось ея составляла съ цилиндрической частью котла прямой уголъ.

Установивъ правильно трубу переходятъ къ провѣркѣ конуса, положеніе котораго провѣряютъ по трубѣ. Ту же самую нитку, которая проходитъ по оси трубы, опускаютъ ниже такъ, чтобы она входила въ средину конуса и затѣмъ устанавливаютъ конусъ такимъ образомъ, чтобы разстояніе отъ нитки до краевъ конуса во всѣ четыре стороны также было совершенно одинаково. Если это достигнуто, то тогда ось трубы и центръ отверстія конуса будутъ находиться на одной вертикальной линіи. Однако для правильности работы конуса этого еще недостаточно: представьте себѣ, что конусъ при постановкѣ нѣсколько перекошенъ у основанія и хотя нитка проходитъ черезъ центръ его отверстія, но ось конуса не совпадаетъ съ осью трубы. Тогда можетъ быть такое положеніе, что разстояніе отъ нитки до краевъ конуса во всѣ четыре стороны одинаково, но когда конусъ начнетъ работать, то удары отработаннаго пара будутъ приходиться на одну сторону трубы, и тяга будетъ неправильной. Чтобы избѣжать такого явленія, кромѣ провѣрки совпаденія центра отверстія конуса съ осью трубы, провѣряютъ еще стоитъ-ли верхняя кромка конуса по уровню. Если ось конуса совпадаетъ съ осью трубы и верхняя кромка его горизонтальна, (т. е. стоитъ по уровню) значитъ конусъ стоитъ правильно.

Обыкновенно провѣряютъ конусъ по трубѣ, а не наоборотъ, потому что переставить конусъ легче, чѣмъ переставлять трубу и кромѣ того конусъ приходитъ въ разстройство гораздо скорѣй, чѣмъ труба. Это особенно часто замѣчается на тѣхъ паровозахъ, гдѣ конусъ установленъ на длинной пароисходящей трубѣ, которая отъ высокой температуры всегда нѣсколько сдаетъ въ ту или другую сторону.

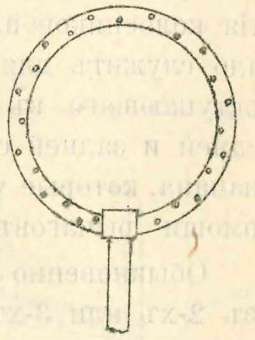
Но конусъ работаетъ, т. е. усиливаетъ тягу въ топкѣ паровоза лишь при движеніи паровоза съ паромъ. Когда же паровозъ идетъ безъ пара или находится на стоянкѣ, то для увеличенія тяги пользуются другимъ приспособленіемъ, именно **„сифономъ“.**

Черт. 20



Для приведенія въ дѣйствіе сифона пользуются свѣжимъ паромъ. Сифонъ бываетъ двухъ типовъ: или онъ представляетъ изъ себя просто загнутую вверхъ трубку, по которой можетъ быть пущенъ паръ отъ котла въ трубу (черт. 20), или же онъ имѣетъ видъ кольца (черт. 21), по окружности котораго расположенъ рядъ отверстій, которыя служатъ для выхода пара. Выходящій съ значительной быстротой паръ производитъ разрѣженіе въ трубѣ и усиливаетъ тягу.

Черт. 21.



Кольцевидный сифонъ является болѣе употребительнымъ, такъ какъ производитъ разрѣженіе болѣе равномѣрно. Сифонное кольцо должно быть надежно укрѣплено къ трубѣ или къ конусу скобками, т. к. иначе во время работы кольцо сифона можетъ перевернуться и сифонъ начинаетъ

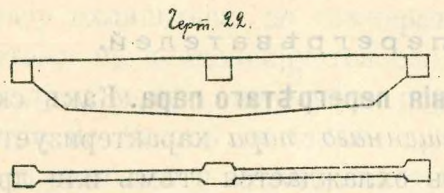
дуть внизъ, отчего тяга сразу уменьшается и при нефтяномъ отопленіи изъ топки начинаетъ выбивать огонь черезъ поддувало. Кстати сказать, такое же явленіе происходитъ и въ томъ случаѣ, если верхняя дверка дымовой трубы въ пути отъ сотрясенія закроется.

Поддувало. Тотъ желѣзный ящикъ, который помѣщается подъ огневой коробкой, называется зольникомъ или поддуваломъ. Поддувало прикрѣпляется подъ топочной рамой при помощи ввернутыхъ въ раму шпилекъ, снабженныхъ разводными чеками. Чеки употребляются въ этомъ мѣстѣ потому, что постановка здѣсь гаекъ была бы не удобна, такъ какъ въ этомъ мѣстѣ при промывкѣ всегда бываетъ много воды, гайки быстро ржавѣютъ, загораютъ и при ремонтѣ приходится бросать и гайку и шпильку, между тѣмъ какъ чеки работаютъ вполнѣ исправно, конечно, если онѣ правильно изготовлены и тщательно пригнаны.

Назначеніе поддувала или зольника двоякое: съ одной стороны оно служитъ ящикомъ для удержанія горячихъ угольковъ и золы, проскакивающихъ черезъ отверстія колосниковой рѣшетки, а съ другой стороны поддувало служитъ для того, чтобы регулировать количество поступающаго въ топку воздуха. Съ этой цѣлью въ передней и задней стѣнкѣ поддувала устроены дверцы или клапана, которые могутъ открываться или закрываться при помощи рычаговъ, проведенныхъ въ будку машиниста.

Обыкновенно по ширинѣ дверцы поддувала состоятъ изъ 2-хъ или 3-хъ частей для того, чтобы дать большую возможность регулировать притокъ воздуха.

Надъ поддуваломъ или зольникомъ въ паровозахъ съ угольнымъ отопленіемъ располагаются **колосники**, которые представляютъ изъ себя чугунные бруски вида, указаннаго на черт. 22. Колосники укладываются на поперечныхъ балкахъ, въ свою очередь опирающихся на особые кронштейны, укрѣпленные на шпилькахъ, ввернутыхъ въ

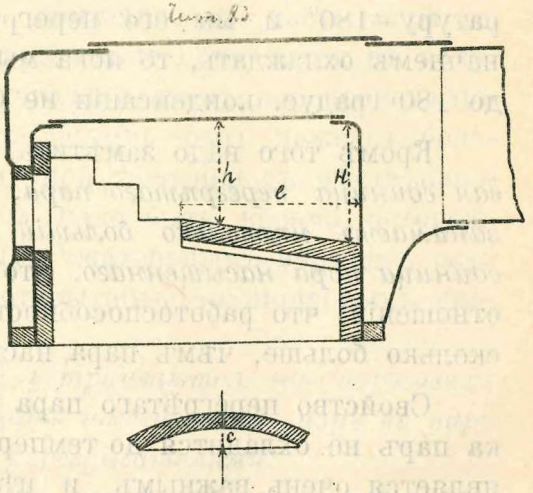


стѣнку топки. Для удобства очистки колосниковой рѣшетки иногда средняя часть ея дѣлается опускающейся внизъ.

При нефтяномъ отопленіи колосниковъ не ставится, но за то устраивается **кирпичная кладка** или **арка**, которая служитъ, во-первыхъ, для того, чтобы защитить стѣнки котла отъ слишкомъ высокой температуры нефтяного пламени и, во-вторыхъ, чтобы поддержать болѣе равномѣрную температуру въ топкѣ и придать болѣе правильное направленіе пламени. Съ послѣдней цѣлью арка дѣлается короче или длиннѣе, снабжается козырькомъ, поднимается выше или ниже и т. д. Но надо всегда помнить, что съ измѣненіемъ формы арки надо быть очень осторожнымъ, такъ какъ, напримѣръ, если слишкомъ сильно поднять козырекъ арки, то пламя начнетъ ударять въ потолокъ топки и какъ самый потолокъ, такъ и анкерные болты быстро приходятъ въ негодность.

Арки устраиваются приблизительно слѣдующихъ размѣровъ: (Черт. 23).

	h	н	l	c
Серія Гп, Ш	800	1150	1650	110
„ А	750	900	1150	110
„ Дк	800	900	900	110
„ Дж	725	900	1200	110
„ О	800	900	900	110
„ Ц	825	1000	1300	110
„ Х	850	1050	1150	110



ГЛАВА III.

Устройство перегрѣвателей.

Преимущества примѣненія перегрѣтаго пара. Какъ сказано выше состояніе *насыщеннаго пара* характеризуется тѣмъ, что если этотъ паръ охлаждается тѣмъ или другимъ путемъ, то часть его переходитъ въ воду, т. е. конденсируется. Въ этомъ и заключается главный недостатокъ насыщеннаго пара. *Но если нагрѣвать насыщенный паръ выше той температуры, при которой онъ образовался и при томъ производить нагрѣваніе при отсутствіи воды, то этотъ паръ начинаетъ перегрѣваться и пріобрѣтаетъ цѣнное свойство*, особенно важное при работѣ пара на паровозахъ, именно, свойство *не обращаться въ воду при его охлажденіи до температуры насыщеннаго пара.* Такимъ образомъ, если вы начнете обливать холодной водой трубку, наполненную перегрѣтымъ паромъ, то, пока паръ не охладится до той температуры, которую имѣетъ при этомъ-же давленіи паръ насыщенный, до тѣхъ поръ конденсаціи пара не будетъ. Такъ, напримѣръ, если насыщенный паръ давленіемъ 10 атмосферъ имѣетъ температуру=180° и мы его перегрѣемъ до 340° а затѣмъ начнемъ охлаждать, то пока мы не охладимъ его снова до 180 градус. конденсаціи не будетъ.

Кромѣ того надо замѣтить, что одна и та же *вѣсовая единица перегрѣтаго пара*, при томъ же давленіи, *занимаетъ нѣсколько большій объемъ, чѣмъ* такая же *единица пара насыщеннаго.* Это свойство цѣнно въ томъ отношеніи, что работоспособность перегрѣтаго пара нѣсколько больше, чѣмъ пара насыщеннаго.

Свойство перегрѣтаго пара не конденсироваться, пока паръ не охладится до температуры насыщеннаго пара, является очень важнымъ и цѣннымъ для паровоза по слѣдующей причинѣ: перегрѣтый до нужной температуры паръ, будучи впущенъ въ цилиндры, не успѣваетъ сразу охладиться до температуры насыщеннаго пара и потому не конденсируется въ періодъ его впуска въ цилиндры; можно перегрѣть паръ настолько, что конденсаціи не будетъ и далѣе, т. е. въ періодъ работы пара расширеніемъ и можно добиться того, что паръ начнетъ обращаться въ насыщенный паръ и начнетъ конденсироваться только въ концѣ своей работы расширеніемъ. Опытомъ установлено, что для достиженія такой работы пара, онъ долженъ быть перегрѣтъ до температуры около 360° градусовъ.

Перегрѣвать паръ выше 360° затруднительно потому, что употребляемое для смазки цилиндровъ масло, даже спеціально изготовленное для перегрѣтаго пара, не выдерживаетъ температуры выше 360° и начинаетъ пригорать къ стѣнамъ цилиндровъ и золотникамъ. Приготовленіе же масла съ болѣе высокою температурою вспышки весьма нежелательно, такъ какъ смазывающая способность его при этомъ понижается.

Надо однако замѣтить, что конденсаціонная вода въ паровозахъ съ перегрѣвателями все-же получается и когда паровозъ стоитъ безъ движенія, то часть пара въ трубкахъ перегрѣвателя постепенно обращается въ воду, т. е. конденсируется и благодаря длинѣ паропровода получается въ этомъ случаѣ можетъ быть даже въ большемъ количествѣ. Поэтому при троганьи съ мѣста паровозовъ съ перегрѣвателями надо быть весьма осторожнымъ и обязательно самымъ тщательнымъ образомъ слѣдить за своевременнымъ открытіемъ цилиндровыхъ продувательныхъ крановъ.

Тѣ приборы, которые устраиваются на паровозахъ для того, чтобы превращать насыщенный паръ въ паръ перегрѣтый, называются перегрѣвателями.

Типы перегрѣвателей. Въ настоящее время существуетъ уже много конструкцій перегрѣвателей для паровоз-

зовъ, *которые въ зависимости отъ ихъ устройства можно раздѣлить на 3 типа*:

1) *Перегрѣватели*, которые устраиваются *въ дымовой коробкѣ паровоза или такъ называемые камерные перегрѣватели*,

2) *Перегрѣватели*, которые устанавливаются *въ цилиндрической части котла*, пользуясь для перегрѣва дымогарными трубами и

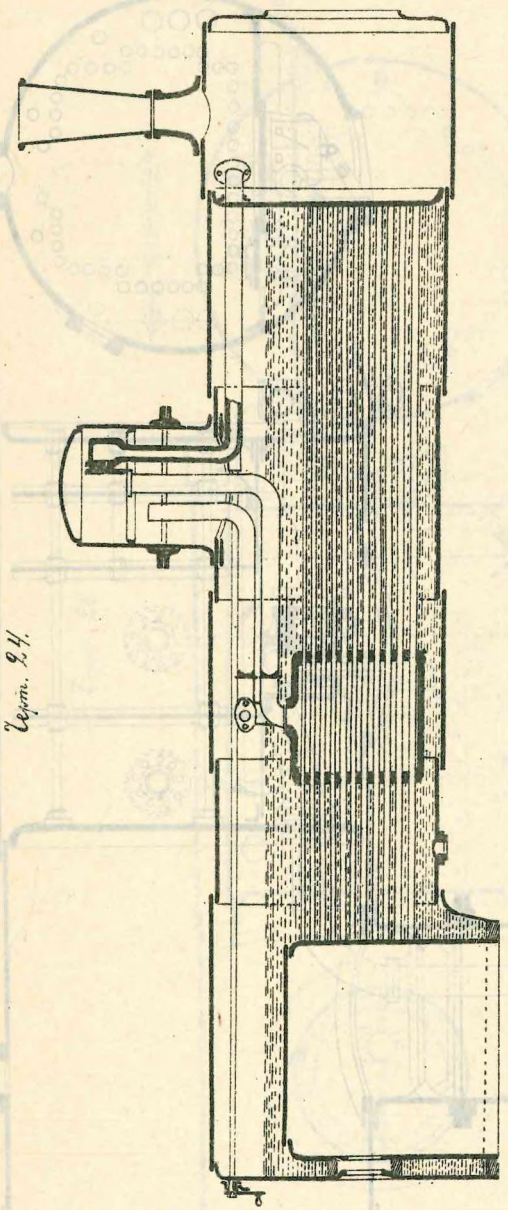
3) *Перегрѣватели*, устраиваемые *въ дымогарныхъ трубахъ увеличеннаго діаметра*.

Перегрѣватели 1-го типа. Устройство перегрѣвателей, помѣщаемыхъ въ дымовой коробкѣ состоитъ въ томъ, что обыкновенныя паровыя трубы, которыя проводятъ паръ отъ крестовины регуляторной трубы къ цилиндрамъ замѣняются цѣлой сѣтью трубокъ малаго діаметра, по которымъ идетъ паръ. Для лучшаго перегрѣва пара трубкамъ даютъ возможно большую длину. Въ перегрѣвателѣ Шмидта такой системы вмѣсто части нижнихъ дымогарныхъ трубъ устроена большая жаровая труба, посредствомъ которой часть газовъ изъ топки направляется прямо на трубки перегрѣвателя.

Есть еще камерный перегрѣватель, который помѣщается въ дымовой трубѣ паровоза, гдѣ расположена цѣлая сѣть мелкихъ трубокъ, по которымъ идетъ паръ.

Перегрѣватели перваго типа вообще не получили широкаго распространенія и поэтому въ отношеніи ихъ можно ограничиться лишь вышесказаннымъ.

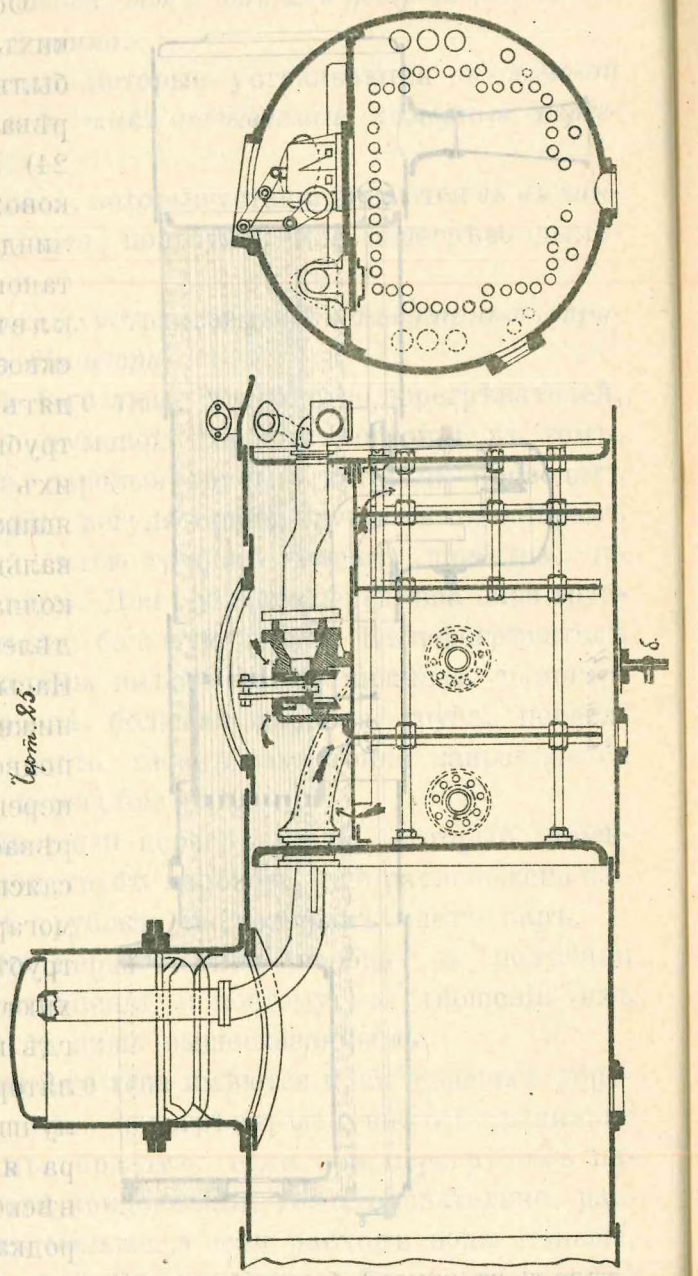
Перегрѣватели 2-го типа имѣются и на русскихъ дорогахъ. Строители этихъ перегрѣвателей вполнѣ правильно разсуждали такимъ образомъ: если при перегрѣтомъ парѣ можно избѣжать конденсаціи, то, слѣдовательно, расходъ воды будетъ меньше, а если расходъ воды меньше, то и размѣръ водяного пространства можно взять также меньше и значитъ, часть его можно использовать для устройства перегрѣвателя.



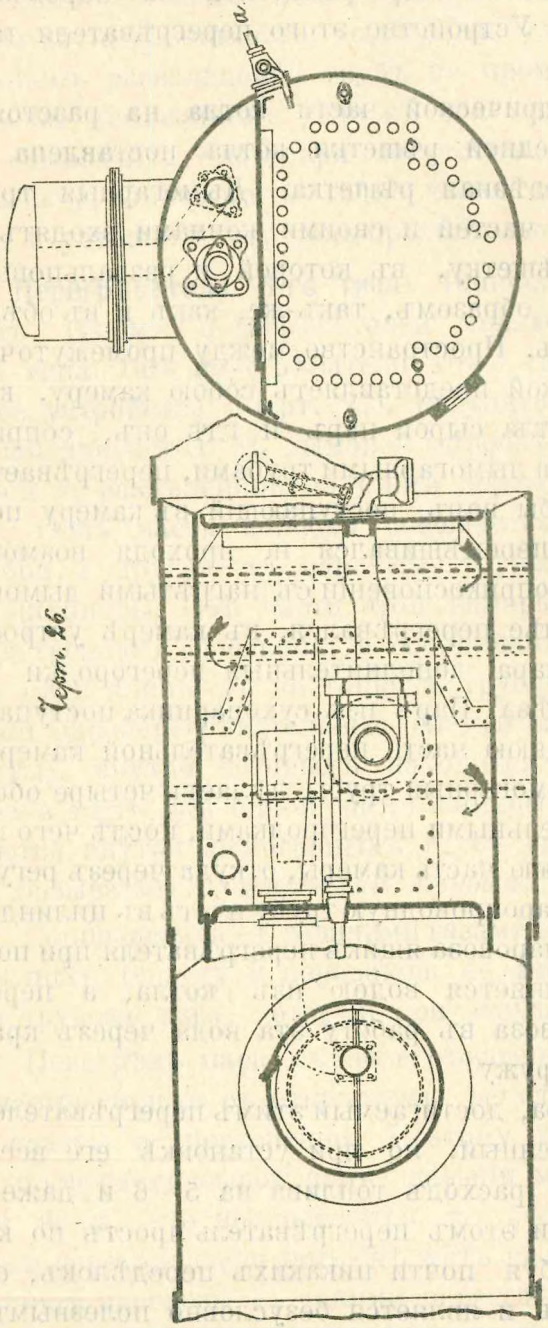
Черт. 24.

Основываясь на такихъ соображеніяхъ былъ построенъ перегрѣватель Пилока (черт. 24). Устройство его таково: по серединѣ цилиндрической части установленъ желѣзный клепаный ящикъ, сквозь который проходятъ всѣ дымогарныя трубы, которыя въ обѣихъ стѣнкахъ этого ящика тщательно развальцованы; паровой колпакъ по высотѣ раздѣленъ на 2 части. Насыщенный паръ изъ нижней части колпака подводится въ ящикъ перегрѣвателя, перегрѣвается тамъ соприкасаясь съ горячими дымогарными трубами и по трубѣ отводится въ верхнюю часть колпака, гдѣ помѣщается регуляторная головка. Для лучшаго перегрѣва пара ящикъ раздѣленъ нѣсколькими перегородками, чтобы паръ дѣлалъ въ камерѣ большій путь. Этотъ перегрѣватель установленъ до регуляторной головки и слѣдовательно и при началѣ работы паровоза уже имѣется запасъ перегрѣ-

таго пара, что очень важно въ отношеніи уменьшенія конденсаціи. Большимъ недостаткомъ этого перегрѣвателя является то, что трубы приходится развальцовывать въ двухъ промежуточныхъ рѣшеткахъ ящика и такъ какъ этотъ ящикъ расположенъ по серединѣ длины трубъ, то такая вальцовка конечно является очень трудной. Этотъ недостатокъ вѣроятно и послужилъ причиной того, что перегрѣватели Пилока не получили



Черт. 25.



Черт. 26.

большаго распространенія.

Перегрѣватель Лопушинскаго. Вмѣсто того, чтобы устанавливать ящикъ перегрѣвателя посединѣ цилиндрической части котла, можно его установить въ передней части котла и воспользоваться, какъ одной стѣнкой ящика, передней рѣшеткой. Такъ и сдѣлано въ перегрѣвателѣ Кленча, усовершенствованномъ инженеромъ Лопушинскимъ. По проэкту послѣдняго построены на Владикавказ-

ской дорогѣ нѣсколько перегрѣвателей на паровозахъ нормальнаго типа. Устройство этого перегрѣвателя таково (черт. 25—26):

Внутри цилиндрической части котла на разстояніи 984 м/м. отъ передней рѣшетки котла поставлена 3-я промежуточная желѣзная рѣшетка. Дымогарныя трубы состоятъ изъ 2-хъ частей и своими концами входятъ въ перемежуточную рѣшетку, въ которой и развальцовываются тщательнымъ образомъ, такъ-же, какъ и въ обѣихъ другихъ рѣшеткахъ. Пространство между промежуточной и передней рѣшеткой представляетъ собою камеру, куда поступаетъ изъ котла сырой паръ и гдѣ онъ, соприкасаясь съ нагрѣтыми дымогарными трубами, перегрѣвается.

Для того, чтобы паръ, поступающій въ камеру перегрѣвателя, лучше перемѣшивался и, проходя возможно большій путь въ соприкосновеніи съ нагрѣтыми дымогарными трубами, болѣе перегрѣвался, въ камерѣ устроены для направленія пара дополнительныя перегородки изъ болѣе тонкаго желѣза. Паръ изъ сухопарника поступаетъ по трубѣ въ переднюю часть перегрѣвательной камеры и затѣмъ омывая дымогарныя трубы дѣлаетъ четыре оборота между дополнительными перегородками, послѣ чего поднимается въ верхнюю часть камеры, откуда черезъ регуляторный клапанъ и паропроводную трубу идетъ въ цилиндры.

При заправкѣ паровоза ящикъ перегрѣвателя при помощи крана *а* заполняется водою изъ котла, а передъ приведеніемъ паровоза въ работу эта вода черезъ кранъ *б* выпускается внаружу.

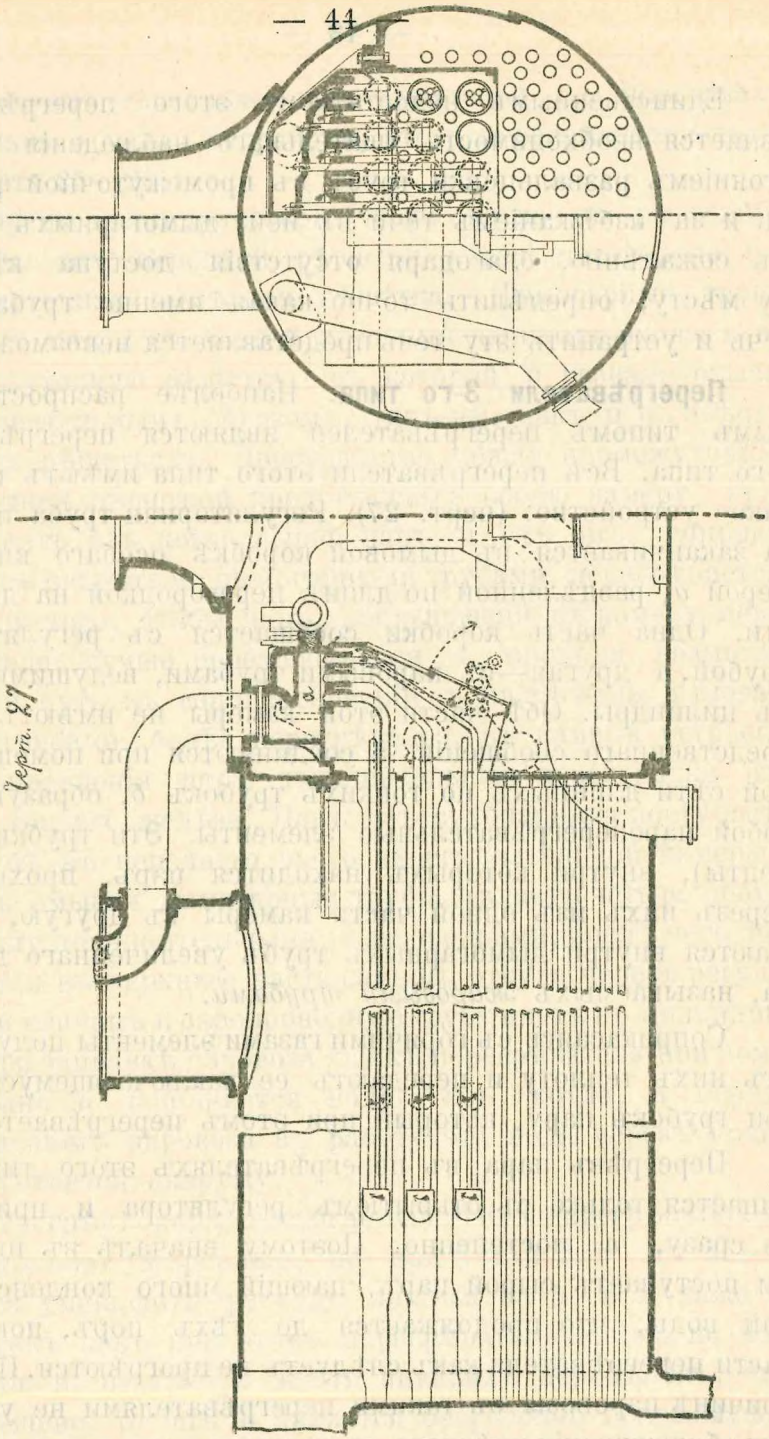
Перегрѣвъ пара, достигаемый этимъ перегрѣвателемъ сравнительно умѣренный, но при установкѣ его все-же удается уменьшить расходъ топлива на 5—6 и даже на 8%. Такъ какъ при этомъ перегрѣватель простъ по конструкціи и, не требуя почти никакихъ передѣлокъ, стоитъ дешево, то онъ и является безусловно полезнымъ и при хорошемъ уходѣ за нимъ даетъ хорошіе результаты.

Единственнымъ недостаткомъ этого перегрѣвателя является необходимость тщательнаго наблюденія за состояніемъ развальцовки трубъ въ промежуточной рѣшеткѣ и за избѣжаніемъ течи въ ней дымогарныхъ трубъ. Къ сожалѣнію, благодаря отсутствія доступа къ этому мѣсту, опредѣлить точно какая именно труба дала течь и устранить эту течь представляется невозможнымъ.

Перегрѣватели 3-го типа. Наиболѣе распространеннымъ типомъ перегрѣвателей являются перегрѣватели 3-го типа. Всѣ перегрѣватели этого типа имѣютъ вообще такое устройство: (черт. 27). Регуляторная труба паровоза заканчивается въ дымовой коробкѣ особаго вида камерой *а*, раздѣленной по длинѣ перегородкой на двѣ части. Одна часть коробки сообщается съ регуляторной трубой, а другая—съ паровыми трубами, ведущими паръ въ цилиндры. Обѣ части этой камеры не имѣютъ непосредственнаго сообщенія, а соединяются при помощи цѣлой сѣти длинныхъ но тонкихъ трубокъ *б*, образующихъ собой пароперегрѣвательные элементы. Эти трубки (элементы), внутри которыхъ находится паръ, проходящій черезъ нихъ изъ одной части камеры въ другую, помѣщаются внутри дымогарныхъ трубъ увеличеннаго діаметра, называемыхъ *жаровыми трубами.*

Соприкасаясь съ горячими газами элементы получаютъ отъ нихъ теплоту и передаютъ ее заключающемуся внутри трубокъ пару, который при этомъ перегрѣвается.

Перегрѣвъ пара въ перегрѣвателяхъ этого типа начинается только съ открытіемъ регулятора и при томъ не сразу, а постепенно. Поэтому вначалѣ въ цилиндры поступаетъ сырой паръ. дающій много конденсаціонной воды, что продолжается до тѣхъ поръ, пока всѣ части перегрѣвателя какъ слѣдуетъ не прогрѣются. По этой причинѣ паровозы съ такими перегрѣвателями не удобны для обслуживанія поѣздовъ съ частыми и продолжительны-



Черт. 27

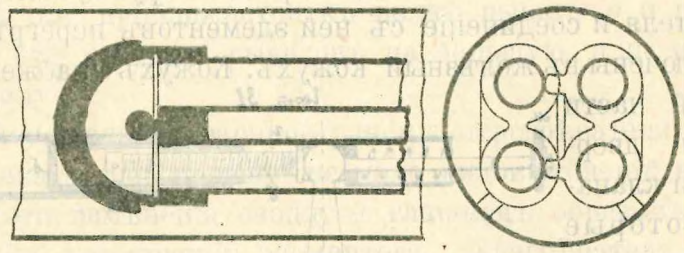
ми остановками, во время которыхъ перегрѣва пара не происходитъ и въ трубкахъ скопляется конденсаціонная вода.

На чертежѣ 27 изображенъ **перегрѣватель Шмидта**, получившій изъ числа перегрѣвателей 3-го типа наибольшее распространеніе. Какъ видно изъ чертежа каждый изъ его элементовъ состоитъ изъ 4-хъ трубокъ, соединенныхъ при помощи петель и особыхъ наконечниковъ въ одинъ непрерывный каналъ. Одинъ конецъ элемента, при помощи фланцевъ и особыхъ прокладныхъ колецъ, соединенъ съ одной частью камеры *a*, а другой конецъ съ другой ея частью.

Насыщенный паръ изъ котла поступаетъ въ первую часть камеры, раздѣляется по всѣмъ трубкамъ, образующимъ элементы перегрѣвателя, проходитъ внутри ихъ, дѣлая четыре оборота, и поступаетъ затѣмъ уже въ видѣ перегрѣтаго пара во вторую часть камеры перегрѣвателя, откуда и идетъ въ цилиндры.

Соединеніе концовъ трубокъ перегрѣвателей, находящихся въ жаровыхъ трубахъ, производится при помощи стальныхъ литыхъ колпачковъ, въ которые ввинчены на рѣзьбѣ концы трубокъ (черт. 28). Въ послѣднее

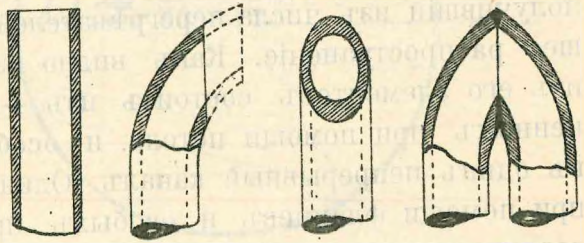
Черт. 28.



время соединеніе трубокъ производится безъ такихъ колпачковъ, а утолщенные осаживаньемъ концы трубъ загибаются и надлежащимъ образомъ пригоняются другъ къ другу послѣ чего поверхности соприкосновенія ихъ нѣсколько скашиваются (черт. 29) и спаиваются расплавлен-

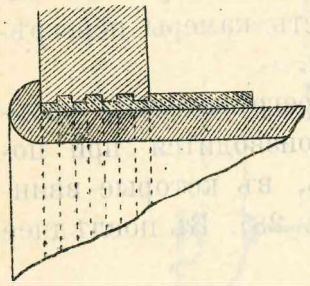
нымъ желѣзомъ при помощи ацетиленово-кислороднаго пламени. (Способъ Годжара).

Черт. 29.



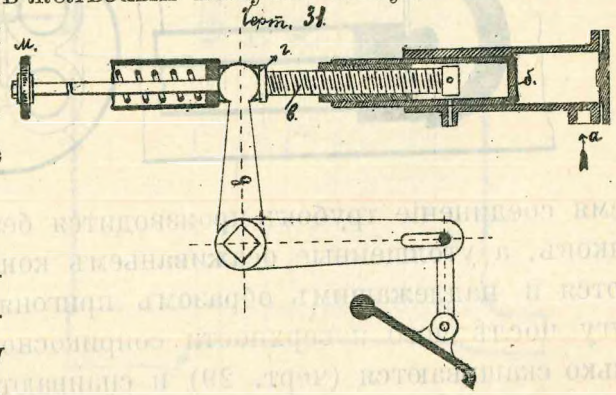
Укрѣпленіе въ рѣшеткахъ котла жаровыхъ трубъ, конечно, является дѣломъ болѣе труднымъ, чѣмъ укрѣпленіе обыкновенныхъ дымогарныхъ трубъ и потому, во избѣжаніе течи этихъ трубъ, на концы ихъ надѣваются мѣдныя кольца, а въ рѣшеткѣ дѣлаются канавки, которыя при вальцовкѣ трубъ плотно заполняются мѣдью (черт. 30).

Черт. 30.



При слѣдованіи паровоза съ закрытымъ регуляторомъ внутри элементовъ пара не бываетъ. Для того, чтобы трубки элементовъ при этомъ не перегорали, часть дымовой коробки, гдѣ находятся концы жаровыхъ трубъ, камера перегрѣвателя и соединеніе съ ней элементовъ перегрѣвателя, заключены въ желѣзный кожухъ. Кожухъ снабженъ въ передней части особыми дверцами или клапанами, которые автоматически закрываются при закрытіи регулятора и прекращаютъ тягу горячихъ газовъ

Черт. 31.



черезъ жаровыя трубы, а слѣдовательно и излишнее нагрѣваніе элементовъ перегрѣвателя.

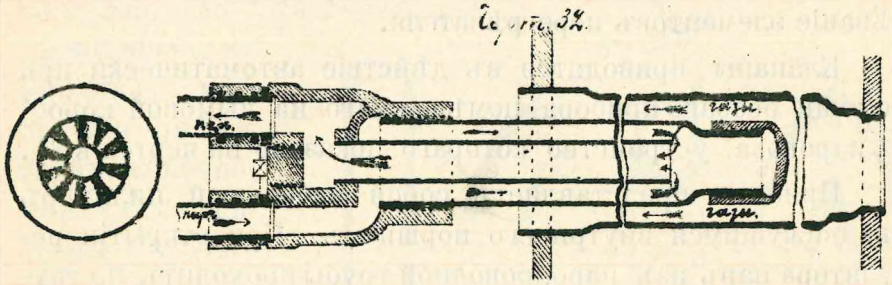
Клапаны приводятся въ дѣйствіе автоматически при помощи особаго прибора, помѣщаемаго на дымовой коробкѣ паровоза, устройство котораго показано на чертежѣ 31.

Приборъ представляетъ собой небольшой цилиндръ съ движущимся внутри его поршнемъ. При открытіи регулятора паръ изъ паропроводной трубы проходитъ по трубочкѣ *а* подъ поршень *б* и заставляетъ его выйти изъ цилиндра и выдвинуть стержень *в* который при этомъ приводитъ въ движеніе рычажную систему, открывающую заслонки. Пока регуляторъ открытъ, паръ давитъ на поршень и заслонки держатся открытыми, какъ только регуляторъ закроется, давленіе пара прекращается и заслонки съ помощью противовѣса, показаннаго на чертежѣ 27, закрываются.

Для того, чтобы машинистъ могъ регулировать по желанію величину открытія заслонокъ, стержень *в* устроенъ такимъ образомъ, что при помощи маховичка *м*, находящагося въ будкѣ машиниста онъ можетъ ввинчиваться болѣе или менѣе въ тѣло поршенька *б*, въ зависимости отъ чего имѣющійся на стержнѣ заплечикъ *г* удаляется или приближается къ вилкѣ рычага *д* и передвигаетъ всю систему рычаговъ на большую или меньшую величину.

Значительное распространеніе перегрѣвателя Шмидта описаннаго типа вызвало не мало видоизмѣненій его, при чемъ эти измѣненія сводятся главнымъ образомъ къ измѣненію конструкціи элементовъ перегрѣвателя. Между этими видоизмѣненіями обращаютъ на себя конструкціи перегрѣвателей Ноткина и инж. Фармаковскаго.

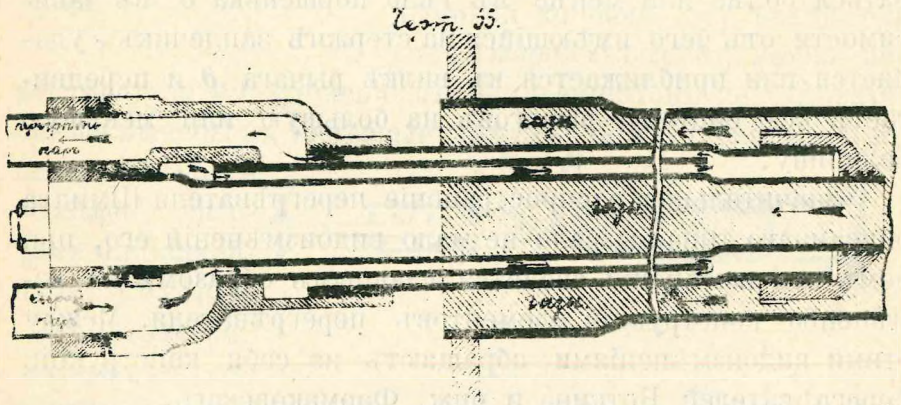
Въ **перегрѣвателѣ Ноткина** элементы перегрѣвателя состоятъ изъ двухъ трубокъ вложенныхъ одна въ другую (см. черт. 32).



Наружная трубка діаметромъ около 3-хъ дюймовъ снабжена внутренними ребрами (такъ называемая трубка Серва). Внутрь ея плотно вставляется гладкая трубка діаметромъ около $1^1/_2''$, которая немного не доходитъ до конца наружной.

На конецъ наружной трубки надѣвается стальной колпачекъ. Передніе концы наружныхъ и внутреннихъ трубокъ ввертываются въ собирательную камеру.

Паръ изъ собирательной камеры проходитъ сначала по наружнымъ каналамъ образованнымъ ребрами трубки Серва и перегрѣваясь возвращается по внутреннему каналу.



Къ сожалѣнію вслѣдствіе сложности устройства камеръ и элементовъ перегрѣвателя, быстраго сгоранія стальныхъ колпачковъ и выяснившейся невозможности

достигнуть значительнаго перегрѣва при помощи трубокъ Серва, перегрѣватели Ноткина не получили значительнаго распространенія.

Въ **перегрѣвателѣ инж. Фармаковскаго** элементы состоятъ изъ 3-хъ трубокъ, образующихъ 2 кольцевыхъ канала, по которымъ проходитъ паръ (черт. 33).

Газы омываютъ элементы перегрѣвателя какъ внутри, такъ и снаружи.

Соединеніе концовъ наружной и внутренней трубы элемента производится при помощи чугуннаго наконечника. Наконечникъ этотъ такъ-же, какъ и въ перегрѣвателѣ Ноткина, сильно перегрѣвается, а потому и эта конструкція такъ же обладаетъ серьезнымъ недостаткомъ, вызывающимъ пареніе элементовъ въ мѣстѣ нахожденія наконечника.

Пирометры. Для наблюденія за температурой перегрѣва пара, выходящаго изъ перегрѣвателя, на паровозахъ имѣются особые приборы, называемые пирометрами.

Пирометръ представляетъ изъ себя термометръ съ длинной гибкой трубкой съ резервуаромъ на одномъ концѣ и коробкой съ пружиной и стрѣлкой какъ у манометра на другомъ концѣ. Внутри трубки и резервуара находится ртуть или особая спеціальная жидкость. Резервуаръ пирометра помѣщается въ золотниковую коробку. Въ зависимости отъ температуры пара въ золотниковой коробкѣ ртуть расширяется, распрамляетъ пружину и приводитъ во вращеніе стрѣлку, которая и показываетъ до какой температуры доведенъ перегрѣвъ пара.

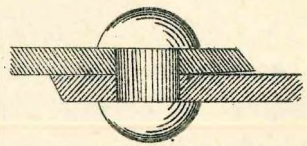
ГЛАВА IV.

Главнѣйшія поврежденія, наблюдающіяся въ паровозныхъ паровыхъ котлахъ и ихъ устраненіе.

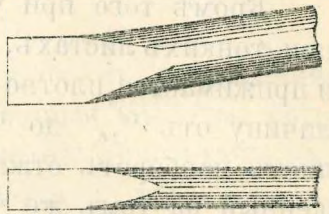
Въ зависимости отъ качествъ питательной воды и качества матеріала употребленнаго на постройку котла, а также вслѣдствіе неправильностей конструкціи и ухода за паровозными котлами, въ нихъ наблюдаются различныя болѣе или менѣе серьезныя поврежденія, которыя можно раздѣлить приблизительно на слѣдующіе виды: 1) разстройство и течь швовъ котла, 2) разъѣдины въ листахъ котла, происходящія отъ дѣйствія растворенныхъ въ водѣ солей, 3) трещины, надрывы и выпучины въ листахъ котла особенно во всѣхъ 3-хъ листахъ топки, происходящія отъ плохого качества матеріала, отъ недостатковъ конструкціи котла, условій его работы и качествъ питательной воды, 4) спеціальныя порчи рѣшетки котла и происходящія отъ тѣхъ же причинъ, 5) разстройство дымогарныхъ трубъ, связей и анкерныхъ болтовъ.

Порчи швовъ котла. Однимъ изъ главнѣйшихъ условій правильной работы котла является надлежащая плотность соединенія заклепочныхъ швовъ котла, такъ какъ при отсутствіи достаточной плотности въ швахъ котла появляется течь и пареніе, которыя, не будучи немедленно устранены, ведутъ къ ржавленію и разъѣданію матеріала котла въ этомъ мѣстѣ и въ дальнѣйшемъ къ совершенной порчѣ листовъ котла. Надо замѣтить, что при клепкѣ котла листы между заклепками не прилегаютъ достаточно плотно одинъ къ другому, а кромки листовъ, схваченныхъ заклепками, нѣсколько отстаютъ отъ листовъ, съ которыми они соединяются и образуютъ болѣе или менѣе значительную щель. (Черт. 34). Поэтому послѣ склепыванія листовъ котла швы сначала осаживаются, т. е. прижимаются другъ къ другу при помощи молотка и особаго инструмента, называемаго *осадкой* (черт. 35—36), а затѣмъ тщательно подчеканиваются при помощи чеканки или чекана (черт. 37—38).

Черт. 34.

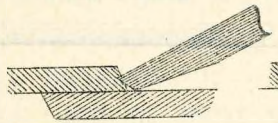


Черт. 35-36.

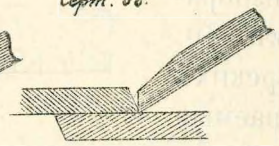


Чеканка швовъ производится слѣдующимъ образомъ: сначала, держа чеканку въ положеніи указанномъ на чертежѣ 37, надсѣкаютъ продольную канавку по кромкѣ листа, а затѣмъ, повернувъ чеканку какъ указано на черт. 38 и ударяя по ней съ достаточной силой молоткомъ, придавливаютъ конецъ кромки одного листа къ другому листу. Послѣ окончанія этой работы кромка листа зачищается зубиломъ.

Черт. 37.

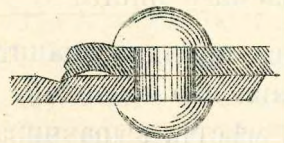


Черт. 38.



Несмотря на тщательную пригонку склепываемыхъ листовъ заклепочные швы, вслѣдствіе развивающихся въ котлѣ напряженій, черезъ нѣкоторое время все-таки иногда начинаютъ пропускать воду. Въ такихъ случаяхъ ихъ вновь подчеканиваютъ при помощи чеканки, причемъ однако частое подчеканиванье швовъ вышеуказанной чеканкой особенно при неопытности котельщика ведетъ къ тому, что вмѣстѣ съ подчеканкой кромки листа образуется углубленіе и въ самомъ сосѣднемъ листѣ, что, конечно, вредно отзывается на прочно-

Черт. 39.

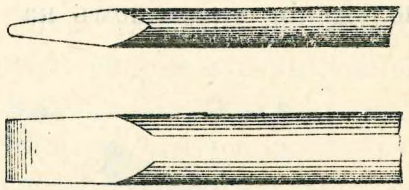


сти этого листа и вызываетъ преждевременную смѣну его. (Черт. 39).

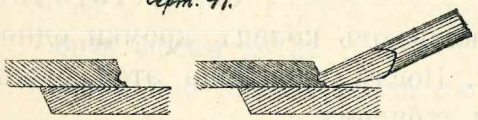
Кромѣ того при употребленіи такой чеканки особенно при тонкихъ листахъ, хотя подчеканиваемая кромка листа и прижимается плотно къ другому листу, но лишь на величину отъ $^1/_{16}$″ до $^1/_8$″, а между кромкой и заклепкой листъ наоборотъ отжимается и принимаетъ видъ изображенный на томъ же чертежѣ 39.

Чтобы избѣжать обоихъ вышеуказанныхъ недостатковъ чеканки швовъ американцы употребляютъ овальныя чеканки вида, изображеннаго на чертежѣ 40. Въ нашихъ мастерскихъ введены такъ называемыя

Черт. 40.



Черт. 41.



„полуамериканскія чеканки“ (черт. 41). При употребленіи такой чеканки уплотненіе шва происходитъ на величину до $^1/_4$″, отставанія листа, указаннаго на чертежѣ 39, не происходитъ, а равнымъ образомъ не происходитъ прочеканиванья и порчи нижняго листа, такъ какъ вслѣдствіе глубокой овальной канавки, образующейся при чеканкѣ и благодаря заплечику *a*, удары по чеканкѣ не передаются нижнему листу. Радіусъ закругленія полуамериканскихъ чеканокъ выбирается обыкновенно равнымъ отъ $^1/_5$ до $^1/_4$ толщины подчеканиваемаго листа.

Въ томъ случаѣ, если течь шва приняла значительные размѣры и не поддается исправленію чеканкой, срубаютъ заклепки въ поврежденномъ мѣстѣ, выравниваютъ кромки листовъ и переклепываютъ швъ заново.

Разъѣданіе листовъ котла. Употребляемая для питанія котловъ вода обыкновенно содержитъ въ себѣ различныя примѣси, отъ состава и количества которыхъ зависитъ качество воды.

Въ числѣ примѣсей, содержащихся въ питательной водѣ между прочимъ имѣются различныя кислоты, которыя при значительномъ ихъ количествѣ дѣйствуютъ разрушающимъ образомъ на стѣнки котла и образуютъ на нихъ разъѣдины.

Кромѣ того образованіе разъѣдинъ происходитъ еще отъ присутствія электрическихъ токовъ, развивающихся въ топкахъ при нагрѣвѣ соприкасающихся листовъ мѣди и желѣза.

Разъѣдины образуются въ различныхъ частяхъ котла и имѣютъ разнообразную форму: иногда они имѣютъ видъ мелкихъ пятнышекъ или мелкихъ но глубокихъ оспинъ, иногда достигаютъ величины 3-хъ копѣечной монеты, иногда же сливаясь вмѣстѣ занимаютъ гораздо болѣе значительное пространство. Особенно часто разъѣдины образуются возлѣ швовъ котла, въ мѣстахъ загибовъ его листовъ.

Около всякихъ впадинъ и выступовъ на поверхности листовъ, возлѣ связей, анкерныхъ болтовъ и т. д., при неплотной постановкѣ промывательныхъ люковъ или пробокъ также образуются глубокія разъѣдины. Образующіяся возлѣ швовъ котла мелкія разъѣдины обыкновенно постепенно соединяются въ болѣе значительныя пятна и глубокія канавки, причемъ на мѣстѣ такой канавки въ дальнѣйшемъ образуется трещина.

Чѣмъ хуже вода, употребляемая для питанія котла, т. е. чѣмъ больше содержитъ она въ себѣ разъѣдающихъ металлъ солей и кислотъ и чѣмъ дольше работаетъ котелъ между промывками, тѣмъ больше появляется въ листахъ котла поврежденій въ видѣ разъѣдинъ.

Если разъѣдина не велика и не идетъ глубже $^1/_3$ толщины листа, то она обыкновенно оставляется безъ исправленія; при болѣе глубокихъ одиночныхъ разъѣдинахъ, таковыя высверливаются, а на ихъ мѣсто ставятся заклепки. Образовавшіяся изъ сліянія мелкихъ разъѣдинъ болѣе значительныя выѣдины, въ томъ случаѣ, если глубина ихъ превосходитъ $^1/_3$ части толщины листа, исправляются постановкой заплаты на котлѣ. Такая заплата обыкновенно ставится безъ вырубки стараго металла подъ ней

Надо замѣтить, что вообще заплаты на котлѣ ставятся или такимъ образомъ, что старый листъ подъ заплатой вырубается и такая заплата называется *латкой*, или-же заплата ставится безъ вырубки матеріала подъ ней и тогда она называется *накладкой*.

На тѣхъ частяхъ котла, которыя *не соприкасаются* съ огнемъ или горячими газами обыкновенно ставятся *накладки*, т. к. иначе при вырубкѣ матеріала въ этихъ мѣстахъ получается углубленіе, въ которомъ задерживаются образующіеся изъ воды осадки и эти мѣста вновь быстро подвергаются разъѣданію.

На частяхъ же котла, которыя *соприкасаются* съ огнемъ, ставятся въ большинствѣ случаевъ *латки*, т. к. при постановкѣ въ этихъ мѣстахъ накладокъ можетъ произойти перегрѣваніе матеріала и быстрое разстройство соединенія.

Поврежденія третьяго рода, наблюдающіяся въ паровозныхъ котлахъ: **трещины, надрывы и выпучины** происходятъ отъ разнообразныхъ причинъ, какъ-то недоброкачественности матеріала, неправильной работы, сложности конструкціи котла съ многочисленными изгибами и жесткими укрѣпленіями листовъ его и т. д Особенно же вліяетъ на образованіе такихъ поврежденій отложеніе на стѣнкахъ котла слоя накипи.

Самаго простого вида трещины появляются въ кромкахъ листовъ и обыкновенно идутъ отъ кромки до заклепки, а иногда распространяются и за заклепку.

При незначительности такихъ трещинъ ихъ исправляютъ постановкой одного или нѣсколькихъ шуруповъ, стараясь пересѣчь шурупами самый конецъ трещины. При болѣе значительныхъ трещинахъ приходится ставить накладку, а при образованіи нѣсколькихъ трещинъ подрядъ ихъ чинятъ постановкой латки съ вырубкой подъ ней части поврежденнаго листа.

Кромѣ появленія трещинъ въ кромкахъ листа, таковыя часто наблюдаются и внѣ заклепочныхъ швовъ, именно вдоль швовъ и даже въ серединѣ листовъ котла. Иногда при этомъ въ матеріалѣ листа обнаруживаются такъ называемыя прослойки или плены, происшедшія отъ непроварки желѣза при прокаткѣ.

При обнаруженіи сквозныхъ трещинъ или пленъ, идущихъ на глубину болѣе $^1/_3$ толщины листа, въ частяхъ котла, не соприкасающихся съ огнемъ или горючими газами, ихъ чинятъ постановкой накладокъ безъ вырубки поврежденнаго мѣста. На частяхъ же котла, соприкасающихся съ огнемъ или горючими газами починку производятъ постановкой латокъ съ вырубкой поврежденной части листовъ.

Особенно часто обнаруживаются разнаго рода трещины на стѣнкахъ топокъ паровозовъ вслѣдствіе наличія цѣлаго ряда причинъ, способствующихъ ихъ образованію здѣсь.

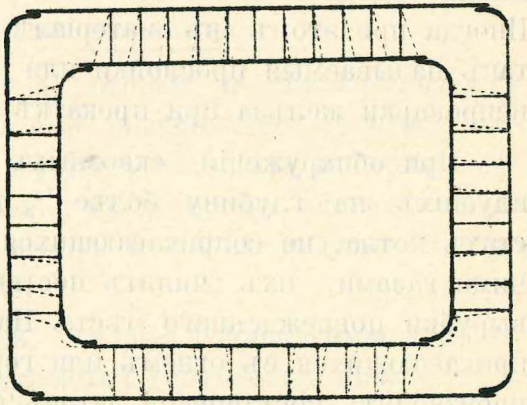
Явленія, происходящія въ топкѣ при заправкѣ паровоза. При нагрѣваніи всѣ тѣла расширяются, то есть увеличиваются въ объемѣ. Одни тѣла при этомъ расширяются болѣе, другія менѣе. Мѣдь расширяется больше, чѣмъ желѣзо. При нагрѣвѣ мѣднаго бруска длиной въ

1 метръ на 100 градусовъ онъ удлиняется на 2 м./м., тогда какъ такой же желѣзный брусокъ удлиняется только на 1, 3 м/м,

Когда заправленъ холодный паровозъ т. е. въ топкѣ его разведенъ огонь, то мѣдные листы топки, находясь подъ непосредственнымъ дѣйствіемъ пламени, расширяются весьма быстро, желѣзные-же листы кожуха, получая тепло только черезъ воду и къ тому же охлаждаясь снаружи воздухомъ, первое время расширяются весьма медленно.

Вслѣдствіе такого неравномѣрнаго расширенія всѣ четыре стѣнки топки расширяясь стремятся приблизиться къ стѣнкамъ кожуха, но такому перемѣщенію ихъ препятствуютъ топочныя связи, которыя и сами при этомъ сильно напрягаются и даже нѣсколько изгибаются въ обѣ стороны отъ середины листа (черт. 42).

Черт. 42.



Отъ невозможности свободно расширяться въ стѣнкахъ топки между связями образуются выпучины, на которыхъ въ дальнѣйшемъ появляются трещины.

Въ углахъ топки также образуется выпучиванье стѣнокъ, какъ грубо указано на чертежѣ 42.

Точно такія же явленія происходятъ и по высотѣ листовъ топки, причемъ особенно расширяется и приподнимается вверхъ передняя рѣшетка вслѣдствіе того, что верхняя часть ея не сдерживается связями, а укрѣпляющія ее длинныя дымогарныя трубы даютъ ей возможность расширяться болѣе свободно. Это явленіе и вызываетъ устройство 2-хъ первыхъ рядовъ анкерныхъ болтовъ передвижными.

Но подобныя явленія, хотя безспорно и очень вредно отзывающіяся на состояніи топокъ котловъ, не являются единственной причиной выпучинъ и трещинъ въ котлахъ.

Главная причина образованій выпучинъ и трещинъ. То обстоятельство, что при наличіи прочихъ одинаковыхъ условій работы котловъ на участкахъ съ хорошей питательной водой, появленіе трещинъ и иныхъ поврежденій происходитъ не столь быстро, какъ на участкахъ съ плохой водой, заставляетъ искать главную причину порчи котловъ въ чемъ-то другомъ и, дѣйствительно, *главной причиной порчи топокъ паровозныхъ котловъ является осѣданіе выдѣляющейся изъ воды накипи на стѣнкахъ котловъ.*

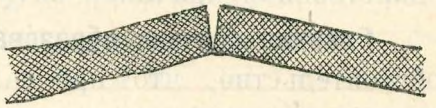
Образованіе накипи. Питательная вода наравнѣ съ кислотами, образующими разъѣдины въ листахъ котла, содержитъ въ себѣ много другихъ примѣсей, которыя и опредѣляютъ ея качества. Эти примѣси состоятъ изъ различныхъ солей, органическихъ веществъ и механическихъ примѣсей: ила, песку, глины и пр. Особенно вредными являются соли, магнезіи (гипсъ) и извести.

При обращеніи воды въ паръ соли остаются въ котлѣ, насыщаютъ котельную воду и начинаютъ выдѣляться изъ нея, причемъ держатся нѣкоторое время на поверхности воды въ видѣ мути, а затѣмъ осаждаются на стѣнкахъ котла и на дымогарныхъ трубахъ. Чѣмъ больше поѣздокъ сдѣлалъ паровозъ отъ промывки, тѣмъ больше было испарено котломъ воды и тѣмъ больше солей осталось въ водѣ и значитъ тѣмъ болѣе ихъ осядетъ на стѣнкахъ котла и на дымогарныхъ трубахъ.

Несмотря на малую толщину слоя накипи, покрывающаго стѣнка котла, ея присутствіе имѣетъ очень боль-

шое значеніе, такъ какъ съ одной стороны накипь, какъ дурной проводникъ тепла, затрудняетъ передачу тепла отъ огня къ водѣ и газы уходятъ въ трубу недостаточно использованными, съ другой-же стороны *покрытая накипью поверхность топки, благодаря плохому охлажденію ея водой, сильно перегрѣвается, выпучивается и даетъ трещины* (черт. 43).

Черт. 43.



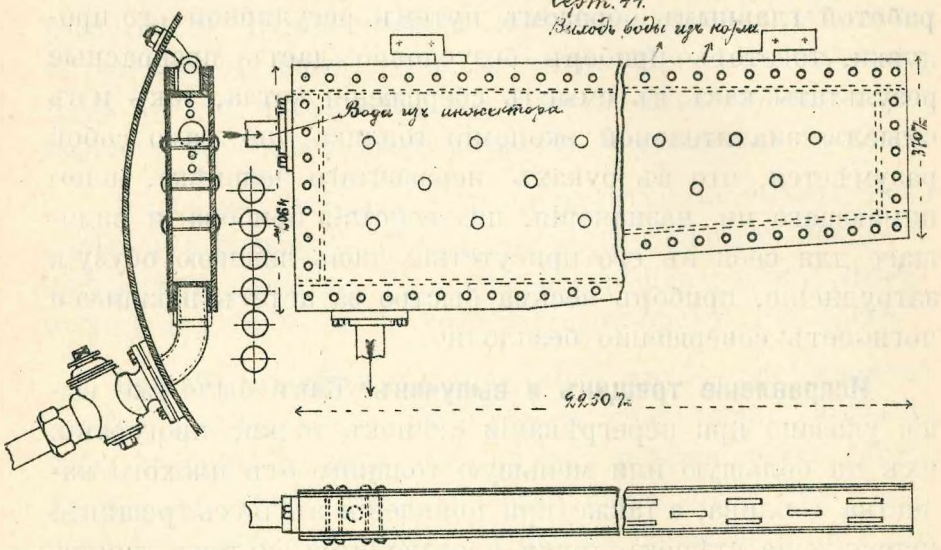
Путемъ опытовъ было установлено, что накипь въ 25 разъ хуже проводитъ теплоту, чѣмъ мѣдь и потому слой накипи толщиной въ 1 м/м. представляетъ такое же сопротивленіе передачѣ теплоты, какъ мѣдная стѣнка въ 1 дюймъ толщиной; поэтому не удивительно, что покрытый накипью мѣдный листъ легко перегрѣвается, а такъ какъ мѣдь весьма чувствительна къ перегрѣву и при перегрѣвѣ дѣлается хрупкой, лишается тягучести и быстро теряетъ способность оказывать нужное сопротивленіе, то является вполнѣ понятнымъ, насколько важно всѣми мѣрами избѣгать покрытія стѣнокъ топки слоемъ накипи.

Для того, чтобы предупредить выдѣленіе солей изъ питательной воды и осажденіе накипи, были предложены различные пріемы очистки питательной воды и были испытаны построенные съ этой цѣлью приборы. Изъ числа такихъ приборовъ заслуживаетъ вниманія *приборъ Гельсдорфа,* которымъ снабжена часть паровозовъ Владикавказской дороги.

Выдѣленіе изъ воды нерастворенныхъ солей, образующихъ котельную накипь въ паровозномъ котлѣ, происходитъ главнымъ образомъ въ тѣхъ мѣстахъ, куда поступаетъ питательная вода. Объясняется это тѣмъ, что при поступленіи въ котелъ, температура питательной воды быстро повышается и въ то же время скорость движенія ея сразу уменьшается. Оба эти обстоятельства способствуютъ быстрому выдѣленію изъ воды различныхъ солей.

Этимъ явленіемъ очень удачно и воспользовался австрійскій инженеръ Гельсдорфъ, приборъ котораго (черт. 44) состоитъ изъ двухъ плоскихъ чугунныхъ или желѣзныхъ ящиковъ, укрѣпленныхъ съ правой и съ лѣвой

Черт. 44.



стороны котла между кожухомъ и дымогарными трубами Съ каждымъ ящикомъ соединенъ конецъ соотвѣтствующей питательной трубы, а въ верхней части ящика имѣются отверстія для выхода воды.

При поступленіи питательной воды въ такой ящикъ ея скорость сразу падаетъ, а температура повышается. Находящіяся въ водѣ нерастворенныя соли выдѣляются изъ воды и осаждаются въ нижней части ящика, а очищенная отъ солей питательная вода черезъ отверстія въ верхней части ящика поступаетъ въ котелъ.

Нижняя часть каждаго ящика снабжена продувательнымъ краномъ, при открытіи котораго всѣ осѣвшія при качаніи воды нерастворимыя соли удаляютъ наружу.

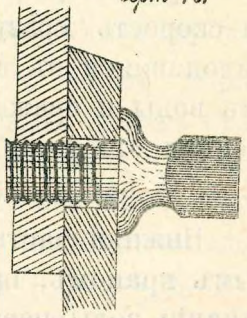
Продувку аппарата необходимо производить послѣ про-

бѣга 100—150 верстъ, и во всякомъ случаѣ это надо дѣлать каждую поѣздку передъ постановкой паровоза въ депо.

Конечно если паровозъ, снабженный приборомъ Гельсдорфа, попадетъ въ руки машиниста, понимающаго его значеніе и заботливо относящагося къ наблюденію за его работой главнымъ образомъ путемъ регулярной его продувки, то этотъ приборъ безусловно дастъ прекрасные результаты какъ въ смыслѣ сбереженія котла, такъ и въ смыслѣ значительной экономіи топлива, но само собой разумѣется, что въ рукахъ неразвитаго человѣка, непонимающаго ни назначенія, ни дѣйствія прибора и видящаго для себя въ его присутствіи лишь лишнюю обузу и затрудненіе, приборъ весьма быстро зарастетъ накипью и погибнетъ совершенно безплодно.

Исправленіе трещинъ и выпучинъ. Какъ было уже выше указано при перегрѣваніи стѣнокъ топки, прогораніи ихъ на большую или меньшую толщину отъ плохого качества топлива, а также при появленіи въ нихъ трещинъ, исправленіе стѣнокъ топки производится путемъ постановки латокъ. Въ мѣстахъ доступныхъ для клепки такія латки ставятся на заклепкахъ; въ мѣстахъ же мало доступныхъ вмѣсто заклепокъ ставятъ латку на шурупахъ (чертежъ 45), При этомъ, для достиженія вполнѣ плотнаго прилеганія листа латки къ основному листу, отверстіе въ латкѣ дѣлается нѣсколько больше, чѣмъ діаметръ шурупа, а послѣдній подъ своей головкой совсѣмъ не имѣетъ рѣзьбы.

Черт. 45.



Образующіяся между связей выпучины листовъ топки, въ которыхъ еще не произошло трещинъ, при условіи исправности прилегающихъ связей, обыкновенно исправляются ударами молотка безъ особыхъ приспособленій.

Поврежденія рѣшетки. Рѣшетчатая стѣнка огневой коробки какъ и три остальныя стѣнки топки подвергается такимъ же, какъ и онѣ поврежденіямъ, т. е. трещинамъ, перегрѣву, прогоранію отъ плохого топлива и т. п.

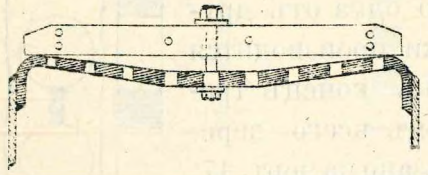
При образованіи трещинъ и надрывовъ въ изгибахъ рѣшетки послѣднія чинятся или накладками (при незначительной трещинѣ), или латками. При большихъ латкахъ иногда приходится жертвовать нѣсколькими дымогарными трубами и заглушать ихъ постановкой пробокъ.

Но кромѣ указаннаго топочная рѣшетка имѣетъ свои особенныя поврежденія, изъ которыхъ главными являются 1) прогибъ рѣшетки, 2) появленіе трещинъ между отверстіями для трубъ и 3) овальность отверстій для трубъ.

Прогибъ рѣшетки. Дымогарныя трубы нагрѣваются проходящими черезъ нихъ газами значительно сильнѣе чѣмъ кожухъ топки и поэтому онѣ и удлиняются гораздо больше, чѣмъ цилиндрическая часть котла. Это удлиненіе передается въ сторону меньшаго сопротивленія и потому трубы выдавливаютъ и выгибаютъ рѣшетку въ сторону огневой коробки.

Исправленіе прогиба рѣшетки. Исправленіе такого изгиба рѣшетки производится при помощи особой скобы (черт. 46) изъ 2-хъ полосъ желѣза; рѣшетку предварительно отжигаютъ; устанавливаютъ скобу на рѣшеткѣ со стороны впадины (т. е. изъ котла) и черезъ одно изъ трубныхъ отверстій рѣшетки и скобу продѣваютъ болтъ. Подтягивая постепенно гайку болта и въ то же время ударяя не особенно сильно кувалдой по рѣшеткѣ ее мало по-малу выпрамляютъ.

Черт. 46.

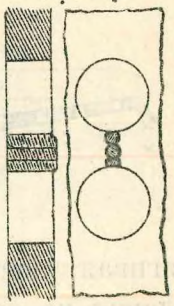


Ремонтъ трещинъ въ рѣшеткѣ. Трещины въ рѣшеткѣ появляются главнымъ образомъ между верхними очками второго вертикальнаго ряда трубъ и затѣмъ распространяются къ низу. Образованіе трещинъ между очками рѣшетки происходитъ подъ вліяніемъ тѣхъ перемѣщеній, которыя испытываютъ ея части при работѣ котла; при заправкѣ котла, какъ сказано было выше, рѣшетка расширяется и отъ расширенія старается приблизиться къ стѣнкамъ кожуха (черт. 42), и подняться вверхъ; отъ расширенія боковыхъ стѣнокъ топки она стремится перемѣститься къ передней части котла, но удерживается связями и въ то же время, вслѣдствіе удлиненія нагрѣвшихся дымогарныхъ трубъ, средняя часть рѣшетки вдавливается въ сторону огня.

Такимъ образомъ рѣшетка подвергается сложнымъ усиліямъ въ различныхъ направленіяхъ и въ ея наиболѣе слабой части именно между трубъ начинаютъ появляться трещины. Если принять при этомъ во вниманіе дѣйствіе накипи на рѣшетку, вызывающее перегрѣвъ ея и располагающее металлъ къ появленію трещинъ и, если посчитаться съ практикующейся частой вальцовкой трубъ котла, то появленіе трещинъ между очками рѣшетки становится еще болѣе понятнымъ.

Если трещины только начинаютъ образовываться или если ихъ образовалось не много и онѣ расположены далеко одна отъ другой, то исправленіе рѣшетки производится путемъ постановки шурупа въ конецъ трещины или прошурупливаньемъ всего перешейка между очками какъ показано на черт. 47.

Черт. 47.



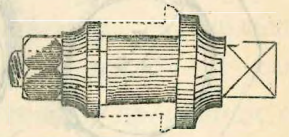
Шурупы красной мѣди діаметромъ около $^1/_2$ дюйма ставятся такимъ образомъ, чтобы одинъ изъ нихъ заходилъ за другой. Полу-

чившійся послѣ постановки шуруповъ шовъ или гребешокъ тщательно и осторожно расчеканивается.

Если сквозныя трещины образовались уже между нѣсколькими сосѣдними очками, то послѣднія увеличиваются разверткой, нарѣзаются и въ нихъ ввертываются втулки изъ красной мѣди вида, изображеннаго на чертежѣ 48 или просто изъ мѣдной трубки Послѣ постановки на мѣсто втулки развальцовываются, а концы ихъ расчеканиваются и образуютъ буртики, закрывающіе собой появившіяся трещины.

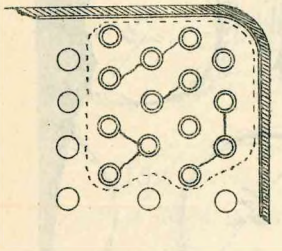
Для заворачиванья втулокъ употребляется особый приборъ (черт. 49), между шайбами котораго зажимается при вворачиваніи втулка. Иногда при небольшомъ діаметрѣ втулокъ и отсутствіи большихъ трещинъ втулки ставятся не на рѣзьбѣ, а гладкія и укрѣпляются на мѣстѣ только путемъ ихъ развальцовки и образованія буртиковъ.

Черт. 49.

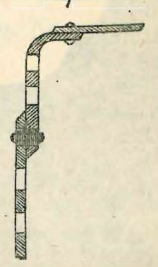


Если число смежныхъ очковъ съ трещинами значительно, то исправленіе ихъ производится путемъ постановки заплаты (черт. 50), которая удерживается на мѣстѣ, гдѣ возможно, шурупами, а въ остальной части, вставленными на рѣзьбѣ длинными втулками, концы которыхъ расчеканиваются.

Черт. 50.



Черт. 51.

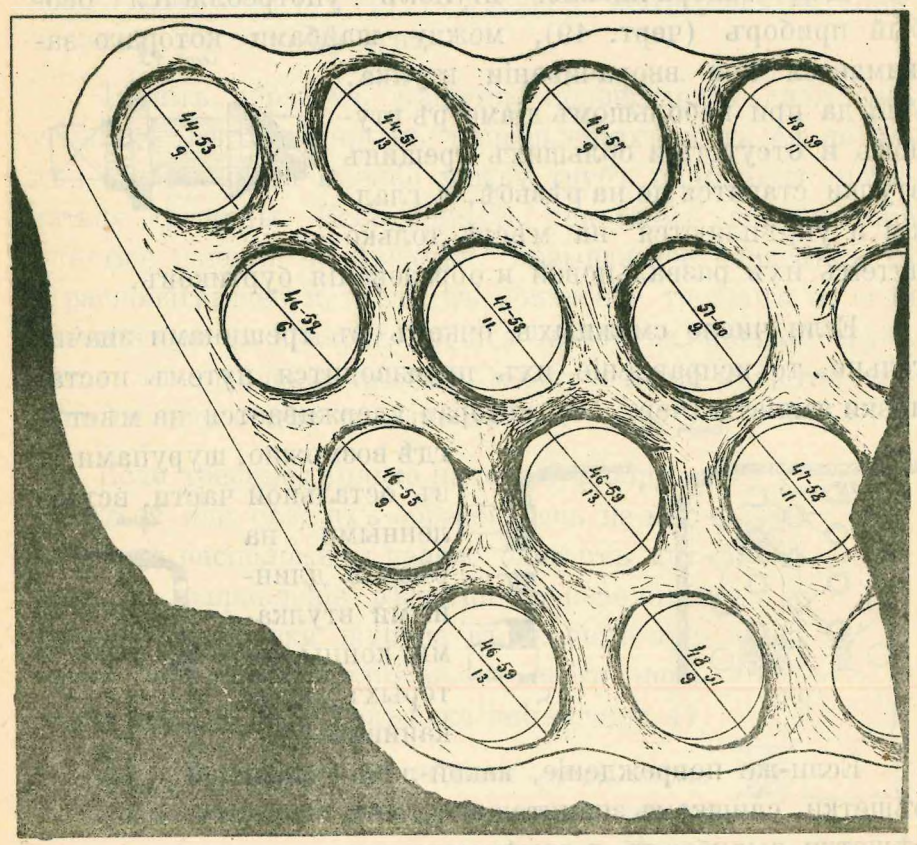


Если-же поврежденіе, какой-либо части рѣшетки слишкомъ значительно, то эту часть рѣшетки вырубаютъ и замѣняютъ новою, при чемъ прихо-

дится часть трубъ заглушать глухими втулками. черезъ которыя затѣмъ ставятся заклепки (черт. 51).

Овальность трубныхъ отверстій. При расширеніи рѣшетки вслѣдствіе нагрѣванія передняя части боковыхъ стѣнокъ и потолка нѣсколько отгибаются въ стороны около 1-го ряда связей. При охлажденіи рѣшетки она стремится принять свою прежнюю форму, но встрѣчая сопротивленіе со стороны отогнутыхъ частей потолка и боковыхъ стѣнокъ, своей прежней формы уже не принимаетъ и нѣсколько растягивается. Какъ результатъ постояннаго растягиванья рѣшетки верхніе горизонтальные ряды труб-

Черт. 52.



ныхъ отверстій выпучиваются кверху, а самыя отверстія принимаютъ овальную форму.

При этомъ разница въ діаметрахъ отверстій доходитъ до 7—10 и даже болѣе м/м., а дымогарныя трубы вслѣдствіе овальности отверстій начинаютъ течь. (Черт. 52).

Течь исправляютъ вальцовкой трубъ, но частая вальцовка плохо достигаетъ цѣли и ведетъ только къ еще большей порчѣ отверстій, образованію въ нихъ трещинъ и овализаціи сосѣднихъ отверстій.

При смѣнѣ дымогарныхъ трубъ овальность отверстій обязательно уничтожается разверткою *и именно въ цѣляхъ дать запасъ для дальнѣйшей развертки отверстій и нѣсколько усилить новую рѣшетку для того, чтобы она лучше сопротивлялась, овализаціи, первоначальный діаметръ трубныхъ отверстій въ рѣшеткѣ дѣлается мѣньше діаметра трубъ, именно 47—48 м/м.*

Исправленіе отверстій въ рѣшеткахъ производится развертками (черт. 53), Развертки изготовляются изъ стали и должны дѣлаться цилиндрическими, имѣя лишь слабый конусъ на одномъ своемъ концѣ, который вкладывается въ отверстіе при началѣ работы. Рѣжущія ребра развертки должны быть расположены по спирали, чѣмъ облегчается работа развертки, а развертываемыя отверстія выходятъ болѣе правильными.

Черт. 53.

Для того, чтобы отверстія въ рѣшеткѣ послѣ развертки выходили правильными, а оси ихъ были горизонтальны и совпадали съ осями трубъ, необходимо во время работы разверткой давать послѣдней вполнѣ правильное направленіе при помощи скобы съ трещеткою и направленія передняго конца развертки, вставленнымъ въ него стержнемъ по оси трубы.

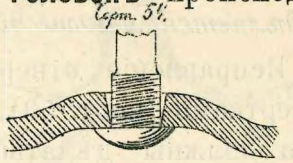
Вслѣдствіе овализаціи отверстій верхній край рѣшетки поднимается вверхъ иногда на величину до 1 дюйма и даже больше, причемъ, для болѣе плавнаго изгиба края потолка, два первыхъ ряда анкерныхъ болтовъ и устраиваются подвижными.

Причины, влекущія разстройство швовъ котла и образованіе выпучинъ и трещинъ въ его стѣнкахъ, именно: неравномѣрность нагрѣва частей котла, недостатки матеріала и особенно отложеніе изъ воды слоя накипи, вызываютъ также поврежденія и разстройство связей, анкерныхъ болтовъ котла и его дымогарныхъ трубъ.

Главнѣйшія поврежденія, замѣчаемыя при работѣ связей это—течь связей, обгораніе ихъ головокъ и обрывъ связей.

Течь связей и обгораніе ихъ головокъ происходятъ главнымъ образомъ отъ образованія слоя накипи на тѣлѣ связей и на стѣнкахъ топки въ мѣстѣ ихъ расположенія. Не имѣя возможности достаточно охлаждаться водой, покрытыя накипью связи и стѣнки топки перегрѣваются, стѣнка выпучивается, отверстія для связей расширяются (черт. 54), часть нитокъ нарѣзки перестаетъ удерживать стѣнку, соединеніе каждой связи со стѣнкой топки разстраивается и появляется течь связей.

Черт. 54.

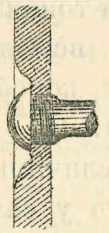


Устраненіе течи связей производится обыкновенно помощью подчеканки, но послѣдняя, какъ видно изъ вышеуказаннаго, можетъ устранить течь связей лишь на короткое время и въ дальнѣйшемъ становится безполезной.

При этомъ въ отношеніи подчеканки связей надо быть очень осторожнымъ, такъ какъ частая и необдуманная чеканка связей, во первыхъ, ведетъ къ порчѣ

листа, въ которомъ получается вокругъ головки связи кольцевое углубленіе (черт. 55), а во-вторыхъ, при такой подчеканкѣ рѣзьба связи съ каждымъ разомъ все болѣе и болѣе портится, а прочность соединенія не увеличивается, а уменьшается.

Черт. 55.



Поэтому, въ случаѣ сильнаго обгоранія головки связи или значительной течи ея, выгоднѣе бываетъ смѣнить связь, чѣмъ тратить напрасно рабочую силу на чеканку ея и портить дорогой топочный листъ.

При замѣнѣ связей, послѣднія ставятся со стороны кожуха и лишь въ тѣхъ мѣстахъ, которыя являются недоступными со стороны кожуха, постановка новыхъ связей дѣлается со стороны топки. При этомъ надо принять за правило, что мѣдную связь слѣдуетъ замѣнять мѣдной-же а желѣзную—желѣзной. При смѣнѣ связей надо быть очень аккуратнымъ и высверливая старую связь надо стараться возможно меньше повредить старую рѣзьбу и вообще возможно меньше увеличивать діаметръ новой связи противъ старой.

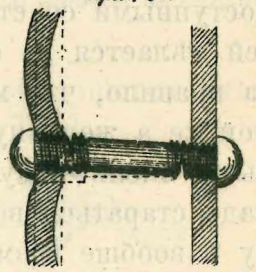
Такія-же явленія какъ со связями происходятъ и съ анкерными болтами; на Владикавказской дорогѣ, вмѣсто расклепыванья концовъ анкерныхъ болтовъ въ головку, практикуется постановка анкерныхъ болтовъ съ гайками на рѣзьбѣ, причемъ при обгораніи анкерныхъ гаекъ отъ сильнаго огня онѣ замѣняются новыми.

Большое вліяніе на сохранность анкерныхъ гаекъ, а вмѣстѣ и потолка топки, имѣетъ расположеніе кирпичной арки. При высоко поднятой аркѣ пламя сильно ударяетъ въ потолокъ топки, что, особенно при скопленіи въ котлѣ накипи, быстро ведетъ къ перегрѣву болтовъ и листа потолка, къ обгоранію гаекъ и полному разстройству потолка.

Надо еще замѣтить, что при работѣ желѣзныхъ связей и анкерныхъ болтовъ на плохой водѣ весьма часто замѣчается порча таковыхъ, вслѣдствіе разъѣданія ихъ находящимися въ питательной водѣ кислотами.

Обрывъ связей. Главной причиной обрыва топочныхъ связей являются повторные изгибы связей, вслѣдствіе относительнаго перемѣщенія стѣнокъ огневой коробки и кожуха топки при заправкѣ паровоза (см. черт. 41). Такъ какъ это перемѣщеніе иногда достигаетъ величины болѣе $^1/_4$ дюйма и повторяется неоднократно, то у самыхъ стѣнокъ кожуха и топки въ связяхъ появляются надрывы (черт. 56). Хотя, при указанномъ на чертежѣ 54 разстройствѣ соединенія связи съ листомъ топки, казалось-бы, и не должно было происходить рѣзкаго перегиба и надрыва связи въ этомъ мѣстѣ и надрывъ долженъ былъ-бы образоваться только у листа кожуха, но вслѣдствіе перегрѣва матеріала связи при наличіи накипи, онъ становится болѣе хрупкимъ и надрывъ связи образуется и у листа топки. При этомъ такіе надрывы наблюдаются не только въ крайнихъ рядахъ связей, но и въ среднихъ рядахъ, подверженныхъ особенно сильному дѣйствію пламени.

Черт. 56.



Какъ предохранительную мѣру противъ обрыва связей рекомендуютъ дѣлать число свободныхъ нитокъ на связи возможно меньшимъ. При этомъ съ одной стороны увеличивается длина связи и она легче изгибается, а съ другой стороны устраняется отложеніе накипи на нарѣзкѣ связи. *Но все-же главнымъ средствомъ какъ противъ обрыва и течи связей, такъ и противъ порчи листовъ топки, является чистое содержаніе котла и предупрежденіе образованія въ немъ накипи.*

Поврежденія и разстройства дымогарныхъ трубъ. Въ дымогарныхъ трубахъ наиболѣе часто встрѣчаются слѣдующія поврежденія: 1) разъѣдины въ видѣ ямокъ и оспинъ различной величины, 2) продольныя и поперечныя трещины, 3) обгораніе буртиковъ трубъ въ рѣшеткѣ и наконецъ 4) течь трубъ.

Разъѣдины въ трубахъ происходятъ отъ дѣйствія растворенныхъ въ водѣ кислотъ и располагаются на трубахъ въ высшей степени прихотливо. Иногда на совершенно еще здоровой на видъ полномѣрной и толстой трубѣ вдругъ обнаруживается въ одномъ мѣстѣ глубокая язвина, идущая сквозь тѣло трубы. Такую трубу приходится замѣнять новой, а поврежденная идетъ въ мастерскія, гдѣ больное мѣсто вырѣзается и на трубу наваривается новый кусокъ.

Трещины въ трубахъ. Точно также иногда совершенно неожиданно на дымогарныхъ трубахъ появляются трещины.

Причиной появленія продольныхъ трещинъ является большей частью или неудовлетворительность матеріала трубы или-же перегрѣвъ трубы, вслѣдствіе покрытія ея накипью. Поперечныя же трещины или обрывы дымогарныхъ трубъ происходятъ главнымъ образомъ у самой рѣшетки и имѣютъ причиной неправильную подсадку и вальцовку трубъ и перегрѣвъ ихъ концовъ.

Конецъ трубы передъ постановкой долженъ быть подсаженъ въ спеціальномъ стальномъ штампѣ и при томъ такимъ образомъ, чтобы переходъ отъ узкой части трубы къ болѣе широкой происходилъ плавно и безъ образованія рѣзкаго уступа. При этомъ образующійся плавный уступъ не долженъ упираться въ рѣшетку и труба уплотняется въ послѣдней только вальцовкою. Длина же катковъ вальцовки должна быть такова, чтобы развальцо-

выванiе трубы происходило не только въ самой рѣшеткѣ, но и за предѣлами таковой на величину 3—4 м/м.

При появленiи у трубы продольной или поперечной трещины точно такъ-же, какъ и при образованiи разъѣдины, трубу приходится мѣнять. Если труба лопнетъ въ пути при слѣдованiи съ поѣздомъ, то вся забота паровозной бригады сводится къ тому, чтобы, забивъ лопнувшую трубу съ обоихъ концовъ, имѣющимися на паровозѣ спе цiальными желѣзными пробками, какъ нибудь добраться до своего депо.

При этомъ сначала надо забить трубу въ передней рѣшеткѣ, а затѣмъ въ огневой, такъ какъ если поступить обратно, то можно совершенно выбить трубу изъ огневой рѣшетки. Однако не всякую трубу легко можно забить пробками. Трубы, расположенныя противъ конуса или паропроводныхъ трубъ, не даютъ возможности сдѣлать этого и если трещина настолько значительна, что дальнѣйшее слѣдованiе невозможно, то приходится требовать вспомогательный паровозъ. Чтобы можно было лучше разглядѣть, какая именно труба лопнула, предварительно удаляютъ изъ топки паръ открытiемъ сифона.

Обгораніе буртиковъ трубъ происходитъ отъ дѣйствiя на нихъ сильно нагрѣтыхъ газовъ, идущихъ по трубамъ изъ топки въ дымовую коробку. Обгораніе буртиковъ происходитъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ болѣе загрязненъ котелъ накипью, т к. при этомъ какъ рѣшетка, такъ и конецъ трубы не успѣваютъ передавать тепла отъ огня къ водѣ, перегрѣваются и буртики обгораютъ.

Наилучшимъ средствомъ борьбы съ обгораніемъ буртиковъ является опять таки содержаніе котла въ возможно большей чистотѣ и удаленіе накипи.

Течь дымогарныхъ трубъ. Самой докучливой и трудно побѣдимой неисправностью дымогарныхъ трубъ является течь ихъ. Причины течи трубъ очень разнообразны.

Главнѣйшими изъ нихъ являются слѣдующiя: 1) плохая постановка трубъ и плохой матерiалъ ихъ, 2) неудовлетворительный уходъ за трубами и неправильное веденiе трубнаго хозяйства, 3) овализацiя отверстiй трубъ и **главнымъ образомъ** 4) *неравномѣрное и многократно повторяющееся нагрѣваніе и охлажденіе дымогарныхъ трубъ и* 5) *перегрѣвъ концовъ трубъ вслѣдствіе присутствія накипи.*

Какъ видно изъ перечня этихъ причинъ борьба съ течью трубъ должна имѣть главнымъ образомъ предупредительный характеръ, т. е. вся забота должна сводиться къ лучшему надзору за трубами при ихъ постановкѣ и работѣ и къ правильному питанiю котла водой.

Постановка трубъ въ котелъ должна производиться возможно болѣе аккуратно и тщательно. Поверхности рѣшетки и трубъ въ мѣстѣ ихъ соприкасанiя должны быть совершенно гладкiя и чистыя и на трубахъ въ этомъ мѣстѣ не должно совершенно имѣться ни окалины, ни слѣдовъ смазки или окисленiя. При постановкѣ на мѣсто концы трубъ не должны входить свободно въ свои отверстiя, а должны заколачиваться съ значительнымъ усилiемъ.

Вальцовка трубъ должна производиться отнюдь не ударными, а винтовыми вальцовками, потому что при употребленiи послѣднихъ веретено нажимается постепенно и равномѣрно и усилiе передается по центру веретена. При ударныхъ же вальцовкахъ веретено нажимается рѣзкими ударами молотка неравномѣрно и можетъ передаваться больше на одну сторону, вызывая усиленiе овализацiи рѣшетки. Самые-же удары молотка вредно отзываются на рѣшеткѣ и на сосѣднихъ трубахъ.

Частичная и полная смѣна трубъ. При значительной течи и загрязненiи трубъ обыкновенно прибѣгаютъ къ частичной смѣнѣ трубъ. Но такимъ способомъ ремонта отнюдь не слѣдуетъ увлекаться. Дѣло въ томъ, что вновь

поставленныя трубы, какъ болѣе чистыя и при томъ хорошо укрѣпленныя въ рѣшеткѣ, удлиняются значительно меньше старыхъ, тогда какъ послѣднія ,будучи покрыты слоемъ накипи, нагрѣваются сильнѣе и потому больше и удлиняются. Вслѣдствіе такой неравномѣрности удлиненія новыхъ и старыхъ трубъ, послѣднія разстраиваются и начинаютъ течь. Поэтому частичная смѣна трубъ не обезпечиваетъ правильной работы паровознаго котла и въ зависимости отъ качествъ питательной воды участка, послѣ извѣстнаго пробѣга паровоза, обыкновенно вмѣстѣ со среднимъ ремонтомъ механизма производится и полная смѣна трубъ. Иногда трубы ставятся тѣ же самыя, которыя были въ котлѣ, но онѣ тщательно очищаются отъ накипи, а рѣшетка и наконечники трубъ провѣряются.

Главной причиной течи трубъ, *какъ выше было указано, является неравномѣрное нагрѣваніе трубъ и прочихъ частей котла.*

Такъ какъ при заправкѣ котла дымогарныя трубы нагрѣваются раньше кожуха котла, то онѣ отъ нагрѣванія удлиняются раньше, чѣмъ кожухъ котла. При удлиненіи дымогарныхъ трубъ онѣ, какъ было уже сказано, стараются выгнуть огневую и переднюю рѣшетки, но такъ какъ послѣднія оказываютъ этому дѣйствію сопротивленіе, то самыя трубы нѣсколько изгибаются, а концы ихъ стараются перемѣститься въ отверстіяхъ рѣшетки и укрѣпленіе концовъ трубъ разстраивается. При дальнѣйшей работѣ котла, *вслѣдствіе періодическаго питанія его* сравнительно *холодною водою, все время происходитъ попеременное охлажденіе и нагрѣваніе дымогарныхъ трубъ.*

Это явленіе особенно отзывается на нижнихъ рядахъ дымогарныхъ трубъ и ведетъ къ разстройству ихъ соединеній и течи ихъ.

Если при этомъ котелъ загрязненъ и на рѣшеткѣ и

трубахъ имѣется много накипи, то *концы трубъ при этомъ перегрѣваются* и течь трубъ становится особенно сильной.

Устраняется течь трубъ при помощи осторожной развальцовки ихъ, а въ пути иногда постановкой въ трубы стальныхъ колецъ и разведеніемъ затѣмъ сильнаго огня.

Но съ развальцовкой трубъ надо быть въ высшей степени осторожнымъ, такъ какъ неправильной развальцовкой можно сильно повредить и трубы, и самую рѣшетку.

Отъ частой и сильной развальцовки трубъ особенно то при горячемъ, то при холодномъ состояніи паровоза, соединеніе трубъ окончательно разстраивается и хотя течь на первый взглядъ и уменьшается, но не надолго. Отъ такой вальцовки діаметръ отверстій для трубъ увеличивается, усиливается овализація рѣшетки, въ ней появляются трещины и т. д.

Поэтому ошибочно поступаютъ тѣ машинисты, которые при незначительной течи трубъ просятъ подвальцовывать ихъ передъ каждой поѣздкой и еще болѣе неразумно поступаютъ тѣ котельщики, которые при плохой водѣ считаютъ необходимымъ провальцовывать трубы каждаго паровоза внѣ зависимости отъ того, текутъ онѣ или нѣтъ и нужно ли развальцовка или наоборотъ вредна. Течь трубъ является настолько серьезнымъ недостаткомъ и зависитъ отъ столь разнообразныхъ причинъ, что требуетъ за собой особенно внимательнаго техническаго надзора и потому наблюденіе за работой трубъ, сознательное опредѣленіе причинъ ихъ течи и принятіе разумныхъ мѣръ къ устраненію таковой и является одной изъ первыхъ обязанностей машиниста по отношенію къ къ своему паровозу.

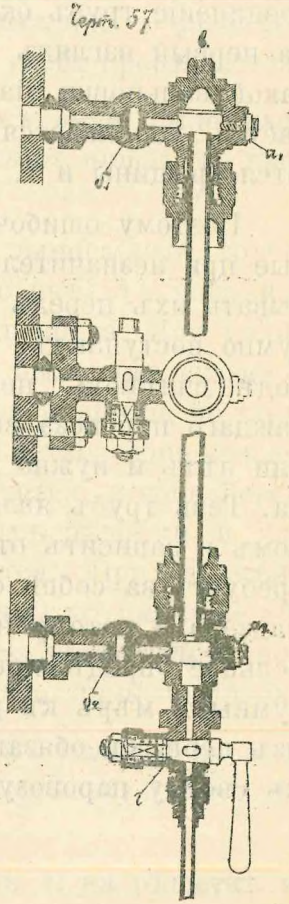
ГЛАВА V.

Арматура паровознаго котла.

Тѣ приборы и принадлежности котла, которыя служатъ для управленія котломъ и для наблюденія за его работой, называются его *арматурой*.

Къ арматурѣ котла обыкновенно относятся слѣдующіе приборы:

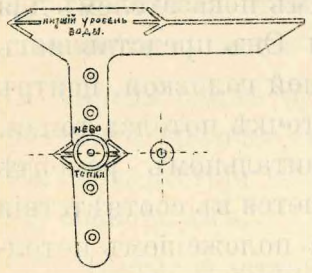
Водомѣрное стекло. Для того, чтобы при слѣдованіи съ поѣздомъ, а равно и на стоянкѣ паровоза, паровозная бригада могла знать, на какомъ уровнѣ находится вода въ котлѣ и руководствуясь имъ могла соотвѣтственно питать котелъ водою, вверху, на лѣвой сторонѣ лобового листа, на каждомъ паровозѣ устанавливается водомѣрное стекло.



Водомѣрное стекло состоитъ (черт. 57) изъ 2-хъ коробокъ или корпусовъ, которые соединяются между собою при помощи стеклянной трубки. Каждая изъ коробокъ имѣетъ внутри каналъ, который можетъ перекрываться при помощи крановъ $б^1$ и $б^2$ и соединять или разъѣдинять водомѣрное стекло съ внутреннимъ пространствомъ котла. Каналъ нижней коробки соединяется съ водянымъ пространствомъ котла, а каналъ верхней—съ паровымъ пространствомъ. Когда оба крана открыты, то вода въ котлѣ и въ стеклѣ стоитъ на одномъ уровнѣ и потому уровень воды въ стеклѣ служитъ показателемъ уровня воды въ котлѣ.

Надо однако всегда помнить, что при открытомъ регуляторѣ уровень воды въ котлѣ всегда нѣсколько приподнимается (дюйма на два и даже больше) вслѣдствіе сильнаго кипѣнія воды и потому при открытомъ регуляторѣ уровень воды въ стеклѣ всегда долженъ быть нѣсколько выше, показываемаго *указателемъ низшаго уровня воды*.

Такой указатель обязательно укрѣпляется на каждомъ паровозѣ, возлѣ водомѣрнаго стекла (черт. 58).



На паровозахъ Владикавказской дороги онъ состоитъ изъ чугунной пластинки съ 2 приливами. На одномъ приливѣ имѣется отлитая черта со стрѣлкой и надписью *„низшій уровень воды“*, на другомъ такая же стрѣлка съ надписью *„небо топки“*.

При ходѣ паровоза подъ уклонъ вода уходитъ отъ топки въ переднюю часть паровоза и если воды въ котлѣ будетъ меньше извѣстнаго уровня, то потолокъ топки при этомъ можетъ обнажиться, а при продолжительномъ уклонѣ перегрѣться и при попаданіи на него вновь воды вызвать взрывъ котла, вслѣдствіе перехода воды въ такъ называемое сфероидальное состояніе и образованія сразу большого количества пару. Взрывы котловъ, происшедшіе отъ обнаженія потолка и попаданія затѣмъ на него воды, бываютъ черезвычайно ужасны по своей силѣ и послѣдствіямъ. При такомъ взрывѣ котелъ иногда разлетается на части и разбрасывается вокругъ на далекое пространство до нѣсколькихъ сотъ саженъ.

Чтобы при ѣздѣ подъ уклонъ избѣжать обнаженія потолка, на паровозахъ нормальнаго типа воду необходимо держать не менѣе какъ на 4 дюйма выше самой верхней точки потолка топки. При длинныхъ же котлахъ слоя воды въ 4″

недостаточно и низшій допускаемый уровень воды поднимается до 6 дюймовъ надъ высшей точкой потолка. На такомъ уровнѣ (6″) поставлены указатели на паровозахъ серіи Ц и сер. Ш и Г. Для того, чтобы при какомъ-либо ремонтѣ на лобовомъ листѣ котла, когда показатель „низшаго уровня воды“ и „неба топки“ снимается, не могло произойти ошибки при обратной постановкѣ его на мѣсто, на Владикавказской дорогѣ на каждомъ котлѣ имѣется еще особый *„показатель наивысшаго уровня потолка котла“*, который и служитъ главнымъ показателемъ для установки всѣхъ прочихъ указателей Онъ представляетъ изъ себя небольшой шурупъ съ круглой головкой, центръ котораго соотвѣтствуетъ наивысшей точкѣ потолка топки. Этотъ показатель ставится при капитальномъ ремонтѣ котла и положеніе его строго провѣряется въ соотвѣтствіи съ получившимся при ремонтѣ котла положеніемъ потолка топки. Въ случаѣ постановки какой-либо латки по верхъ потолка показатель обязательно долженъ быть поднятъ на толщину ея. Кромѣ этого показателя для большей ясности на обшивкѣ лобового листа нанесена еще красная черта, опредѣляющая собой небо топки.

Отнюдь не слѣдуетъ считать, что нижній кранъ водомѣрнаго стекла стоитъ на чертѣ низшаго допускаемаго уровня воды. Отверстія для установки крановъ водомѣрнаго стекла большей частью не переносятся при повышеніи потолка топки и потому въ старыхъ котлахъ разстояніе отъ уровня нижняго крана до потолка можетъ быть меньше 4″. Поэтому *при наблюденіи за уровнемъ воды надлежитъ руководствоваться исключительно „показателемъ низшаго уровня воды“*.

Въ случаѣ лопанья водомѣрнаго стекла, оно замѣняется новымъ, причемъ для постановки его отвертывается верхняя гайка *в* и стекло сверху опускается въ отверстіе верхняго корпуса. Для того, чтобы въ случаѣ

лопанья водомѣрнаго стекла прекратить соединеніе стекла съ паровымъ и водянымъ пространствомъ котла оба запорныхъ крана $б^1$ и $б^2$ соединены общимъ поводкомъ и при помощи рукоятки, выведенной въ сторону отъ водомѣрнаго стекла, могутъ быть закрыты безъ опасности получить ожоги рукъ паромъ или горячей водой.

Для того же, чтобы осколки лопнувшаго водомѣрнаго стекла не могли поранить паровозную бригаду, водомѣрное стекло обязательно должно быть закрыто особымъ футляромъ съ толстыми стеклами, въ которыя иногда еще бываетъ задѣлана проволочная сѣтка.

Когда одинъ изъ крановъ водомѣрнаго стекла засорится, то уровень воды въ стеклѣ перестаетъ колебаться въ соотвѣтствіи съ колебаніемъ воды въ котлѣ и остается спокойнымъ.

Чтобы возстановить работу стекла необходимо открыть нижній продувательный краникъ *г* и *„продуть стекло“*.

Но иногда, послѣ продувки стекла, вода или совершенно не показывается въ стеклѣ и оно наполняется только паромъ, или же вода заполняетъ все стекло до верхней гайки. Первый случай указываетъ на засореніе нижняго крана, второй на засореніе верхняго крана. Если при этихъ случаяхъ не удастся возстановить работу стекла при помощи продувки его нѣсколько разъ, то остается слѣдовать дальше, пользуясь показаніями водопробныхъ крановъ, а по прибытіи въ депо послѣ охлажденія паровоза надо отвернуть шурупы $а^1$ и $а^2$ и тщательно прочистить засорившіеся каналы.

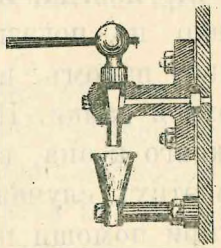
При промывкѣ паровоза всѣ краники водомѣрнаго стекла должны быть тщательно притерты и смазаны саломъ, чтобы они не заѣдали при послѣдующей работѣ. При этомъ послѣ сборки всего прибора водомѣрнаго стек-

ла необходимо тщательно провѣрить правильность постановки запорныхъ пробокъ. Для этого послѣ соединенія поводкомъ пробокъ обоихъ запорныхъ крановъ, оба шурупчика a^1 и a^2 выворачиваются и при открытыхъ запорныхъ кранахъ *въ оба канала одновременно вводятся два стержня* изъ проволоки діаметромъ немного меньше діаметра канала и такой длины, чтобы они концами входили во внутреннее пространство котла. Если оба стержня проходятъ свободно, значитъ краны поставлены правильно.

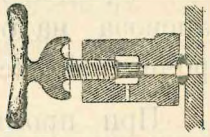
Для того, чтобы при притиркѣ запорныхъ крановъ водомѣрнаго стекла не нарушалось совпаденіе отверстій крановъ и каналовъ въ корпусахъ прибора, отверстія въ кранахъ дѣлаются не круглыми, а продолговатыми и въ новомъ кранѣ имѣютъ видъ, указанный на чертежѣ 57.

Водопробные краны. Устриваемые на каждомъ котлѣ на случай порчи водомѣрнаго стекла *водопробные краны* дѣлаются или вида, изображеннаго на чертежѣ 59, или на чертежѣ 60.

Черт. 59.



Черт. 60.



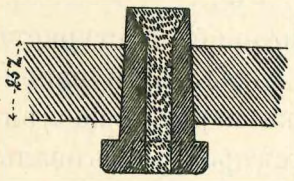
Нижній кранъ располагается приблизительно на уровнѣ наинизшаго уровня воды въ котлѣ, верхній на одномъ уровнѣ съ верхнимъ краномъ водомѣрнаго стекла, а средній—посрединѣ. Такимъ образомъ изъ нижняго крана при открываніи его должна всегда вытекать вода, а изъ верхняго—паръ. Для того, чтобы выходящіе изъ крановъ паръ и вода не мочили пола будки, вода изъ нихъ при помощи трубокъ отводится въ укрѣпленную на лобовомъ листѣ особую воронку, а изъ нея по трубѣ стекаетъ подъ паровозъ.

Предохранительныя легкоплавкія пробки. Въ потолкѣ топки каждаго паровоза ставятся отъ 2 до 4 легкоплавкихъ, предохранительныхъ пробокъ.

Легкоплавкія пробки представляютъ собой мѣдныя, коническія пробки съ сквознымъ каналомъ внутри, который заливается свинцомъ или смѣсью олова и свинца. (Черт. 61).

Если, не смотря на наличіе водомѣрнаго стекла и водопробныхъ крановъ, по какимъ либо причинамъ, вода изъ котла окажется упущенной и потолокъ начнетъ обнажаться и перегрѣваться, то, раньше чѣмъ онъ нагрѣется до степени, угрожающей безопасности котла, составъ, заполняющій каналы легкоплавкихъ пробокъ, расплавляется и въ топку паровоза устремляется смѣсь пара и воды. При этомъ правильность горѣнія огня въ топкѣ нарушается и это обстоятельство даетъ знать паровозной бригадѣ о происшедшемъ.

Черт. 61.



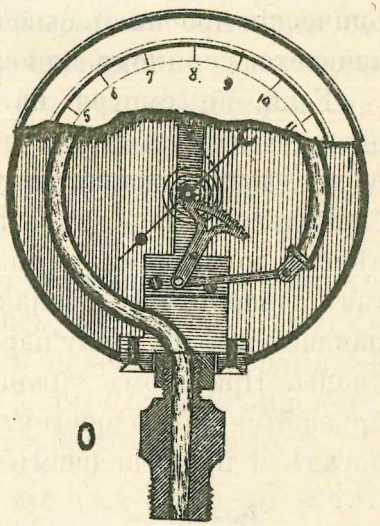
Внутренній каналъ пробки, который заполняется легкоплавкимъ составомъ, долженъ имѣть діаметръ около $^1/_2$ дюйма и во всякомъ случаѣ не меньше 10 м/м. При меньшемъ діаметрѣ канала, послѣдній быстро заростаетъ и пробка теряетъ свое значеніе. Высота подъема пробки надъ потолкомъ должна быть около 10 и не больше 15 м/м.

Головку пробки, во избѣжаніе перегрѣванія ея и выплавленія состава при нормальной работѣ, надо дѣлать возможно меньшей, а запасъ для дальнѣйшаго заворачиванія пробки (зазоръ между листомъ потолка и головкой пробки) дѣлать не болѣе 2—3 нитокъ.

Манометръ. Для наблюденія за величиной упругости пара въ котлѣ служатъ приборы, называемые манометрами, которые показываютъ имѣющееся въ котлѣ рабочее давленіе въ атмосферахъ или фунтахъ.

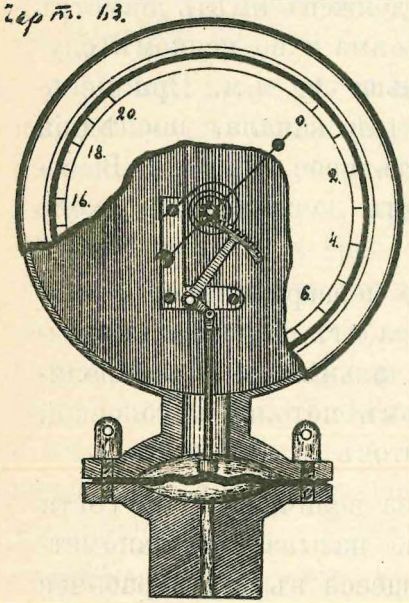
Наибольшее распространеніе имѣютъ манометры Бурдона (черт. 62) и Шеффера и Буденберга (черт. 63). Манометры той и другой системы состоятъ изъ мѣднаго круглаго корпуса, снабженнаго цифербла-

Черт. 62.



томъ, пружиной и стрѣлкой, показывающей величину давленія пара въ котлѣ. Пружина манометра соединяется трубкой съ паровымъ пространствомъ котла и, подъ давленіемъ пара въ котлѣ дѣйствуетъ на стрѣлку манометра. Обѣ системы манометровъ различаются между собою только устройствомъ пружины. У манометровъ Бурдона эта пружина представляетъ изъ себя трубку овальнаго сѣченія, во внутреннюю полость которой поступаетъ паръ изъ котла. При наполненіи трубки паромъ, послѣдній стремится превратить овальное сѣченіе трубки въ круглое, вслѣдствіе чего она стремится выпрямиться и приводитъ въ движеніе стрѣлку. Чѣмъ выше давленіе пара въ котлѣ, тѣмъ больше распрямляется трубка и тѣмъ больше стрѣлка покажетъ давленіе.

Черт. 63.



Въ манометрѣ Шеффера и Буденберга (черт. 63) взамѣнъ овальной пружины имѣется плоская пластинка, которая при увеличеніи давленія пара

въ котлѣ выпучивается и посредствомъ системы рычаговъ приводитъ въ движеніе стрѣлку манометра.

При постановкѣ манометра на котелъ на циферблатѣ его рѣзкой, красной чертой отмѣчаютъ то предѣльное давленіе пара, которое для этого котла можетъ быть допущено и превышать это давленіе отнюдь не слѣдуетъ.

Для того, чтобы можно было наблюдать за тѣмъ, не превышаетъ-ли паровозная бригада допускаемаго давленія, на манометрѣ свободно насажена еще одна стрѣлка, такъ называемая контрольная. Она зацѣпляется рычажкомъ, имѣющимся у показательной стрѣлки и передвигается вмѣстѣ съ ней въ сторону увеличенія цифръ циферблата. Когда-же показательная стрѣлка начинаетъ двигаться обратно, то рычажекъ расцѣпляется съ контрольной стрѣлкой и она остается на мѣстѣ, показывая наибольшее давленіе, которое было допущено въ котлѣ.

Въ извѣстные, строго установленные сроки правильность показанія манометра провѣряется свѣркой его показаній съ такъ называемымъ контрольнымъ манометромъ, хранящимся съ особенной тщательностью въ инструментальной депо.

Еще лучше производить провѣрку манометра по большому ртутному манометру, что и дѣлается въ мастерскихъ.

Предохранительные клапаны. Во избѣжаніе превышенія назначеннаго давленія на каждомъ паровомъ котлѣ должны быть установлены по 2 предохранительныхъ клапана. При повышеніи давленія въ котлѣ выше предѣльнаго предохранительные клапаны автоматически (сами собой) поднимаются, съ шумомъ выпускаютъ наружу излишекъ образовавшагося пара и тѣмъ предупреждаютъ машиниста о грозящей опасности.

Каждый клапанъ состоитъ изъ двухъ главныхъ частей—корпуса или коробки, укрѣпляемой на котлѣ на

фланцахъ, и помѣщающейся внутри коробки круглой крышки съ направляющими ребрами, представляющей собой самый клапанъ.

Для того, чтобы уравновѣсить давленіе въ котлѣ, клапанъ долженъ быть сверху придавленъ соотвѣтствующимъ грузомъ.

Величину этого груза не трудно вычислить: пусть, напримѣръ, площадь клапана равна 10 дюймамъ, а давленіе въ котлѣ равно 12 атмосферамъ. Тогда на каждый квадратный дюймъ поверхности котла, а значитъ и на каждый квадратный дюймъ поверхности клапана, изнутри котла происходитъ давленіе равное $12 \times 15 = 180$ фунтовъ; на всю же поверхность клапана, равную 10 кв. дюймамъ, это давленіе будетъ $10 \times 180 = 1800$ фунтовъ или $\frac{1800}{40} = 45$ пудовъ.

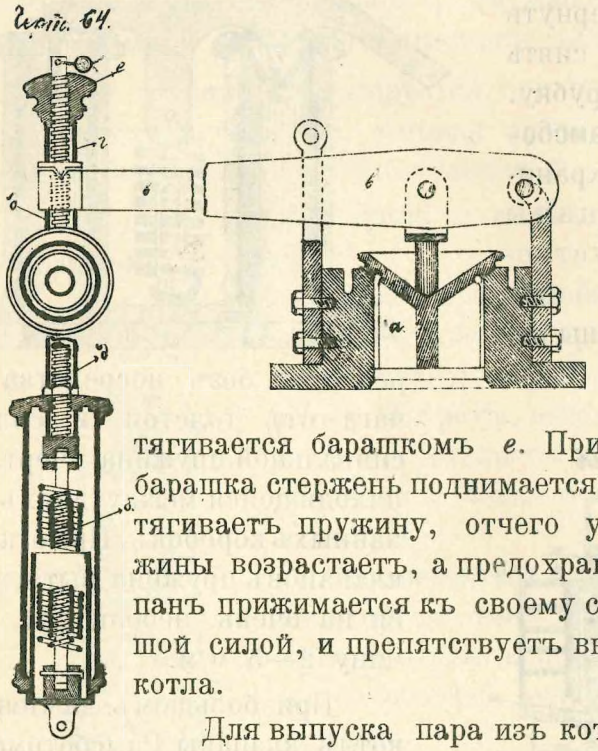
Чтобы уравновѣсить это давленіе, надо снаружи нагрузить клапанъ такимъ-же грузомъ. Но такъ какъ помѣстить такой большой грузъ на клапанъ котла не удобно, то давленіе на клапанъ передаютъ помощью рычага, благодаря чему, пользуясь разностью плечъ рычага, можно уравновѣсить большую нагрузку сравнительно малымъ грузомъ.

Нагрузка рычага клапана при помощи груза обыкновенно и примѣняется на постоянныхъ котлахъ, напримѣръ на котлахъ водокачекъ. Но на паровозѣ примѣненіе ея неудобно вслѣдствіе колебаній и сотрясеній паровоза при движеніи, и потому вмѣсто груза на паровозахъ обыкновенно употребляются пружины.

Рычажной предохранительный клапанъ. На черт. 64 изображенъ рычажной клапанъ, устраиваемый на паровозахъ нормальнаго правительственнаго типа. Клапанъ *а* удерживается на мѣстѣ вслѣдствіе давленія на него пружины *б*, передаваемаго при помощи рычага *в*. Во избѣжаніе

порчи пружины она помѣщается внутри мѣднаго трубчатаго футляра и однимъ концомъ укрѣплена къ котлу паровоза, а съ другого конца снабжается стержнемъ *г* съ рѣзьбою, который проходитъ въ имѣющееся въ концѣ рычага *в* отверстіе и подтягивается барашкомъ *е*. При навинчиваніи барашка стержень поднимается вверхъ и растягиваетъ пружину, отчего упругость пружины возрастаетъ, а предохранительный клапанъ прижимается къ своему сѣдлу съ большой силой, и препятствуетъ выходу пара изъ котла.

Чертежъ 64.



Для выпуска пара изъ котла надо отвернуть барашекъ *е* въ обратную сторону.

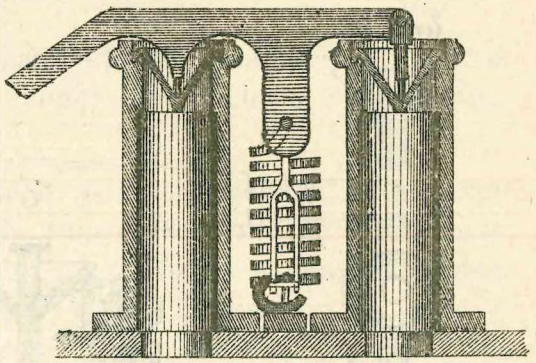
Для того, чтобы паровозная бригада, съ цѣлью увеличенія давленія въ котлѣ, не могла произвольно увеличивать нагрузку на клапанъ, на стержень *г*, между верхнимъ концомъ футляра пружины и рычагомъ, ставится распорная контрольная трубка *д* такой длины, что предохранительный клапанъ начинаетъ пропускать паръ, какъ только давленіе въ котлѣ превыситъ назначенное и какъ только стрѣлка манометра перейдетъ за красную черту.

Чтобы эта трубка не могла быть укорочена безъ вѣдома лица, наблюдающаго за правильностью установки клапановъ, на стержнѣ *г* въ самомъ верху ставится плом-

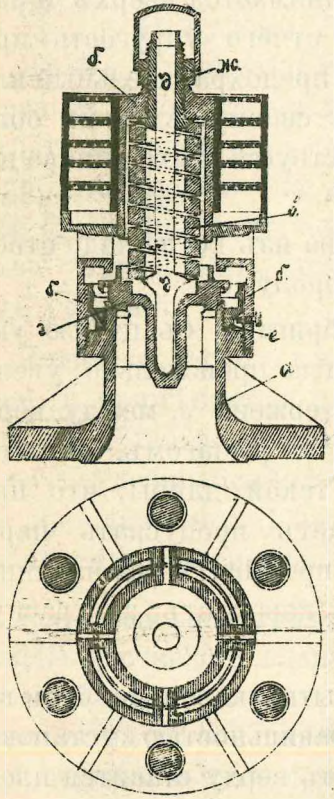
ба на проволкѣ, безъ снятія которой невозможно свернуть барашекъ *е* и снять контрольную трубку.

Клапанъ Рамсботома. Предохранительные клапаны Рамсботома устроены такъ, что нагрузка на клапаны передается безъ посредства рычага отъ толстой и сильной спиральной пружина (черт. 65), находящейся между двухъ клапанныхъ коробокъ. При открытіи клапановъ пружина вытягивается на очень небольшую величину 2—5 м/м.

Черт. 65.



Черт. 66.



При большомъ давленіи въ котлѣ клапаны Рамсботома ставятся съ двумя пружинами.

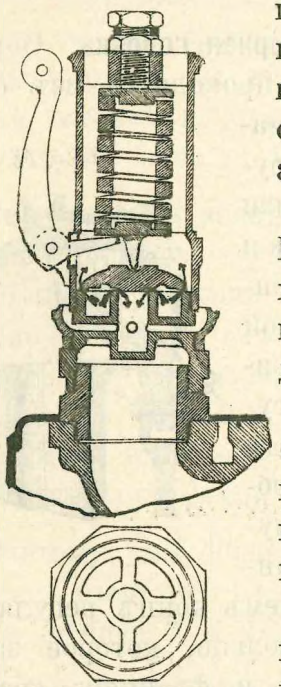
Клапанъ Альфа. Въ настоящее время значительное распространеніе получили такъ-же пружинные клапаны системы *„Альфа“* (черт. 66). Устройство и дѣйствіе ихъ таково: клапанъ состоитъ изъ коробки *а*, которая своимъ нижнимъ фланцемъ соединяется съ котломъ, а на верхнюю часть ея на рѣзьбѣ надѣвается стаканъ *б* съ помѣщенной внутри его пружиной *в* и самымъ клапаномъ *г*. Давленіе пружины передается на клапанъ помощью стержня *д*. Кромѣ того на нижнюю коробку навернуто еще кольцо *е*, служащее для регулированья размѣра кольцевого отверстія для выхода пара.

Нажатіе пружины регулируется при помощи находящейся вверху втулки *ж*, которая можетъ больше или меньше ввинчиваться въ тѣло стакана *б*.

На верхнюю часть стакана *б* надѣваются 5 шайбъ съ отверстіями въ нихъ.

При превышеніи нормальнаго давленія клапанъ приподнимается и паръ, черезъ образовавшееся кольцевое отверстіе, выходитъ изъ котла и черезъ отверстія въ шайбахъ постепенно и безъ шума уходитъ въ атмосферу.

Черт. 67.



Клапаны типа Альфа безъ шайбъ. По тому-же типу устроены предохранительные клапаны, имѣющіеся на паровозахъ серіи Г, сер. Ш и другихъ.

Эти клапаны, типа Альфа, (черт. 67) состоятъ изъ ввернутаго въ чугунную коробку мѣднаго штуцера, на который навертывается сверху мѣдный же стаканъ.

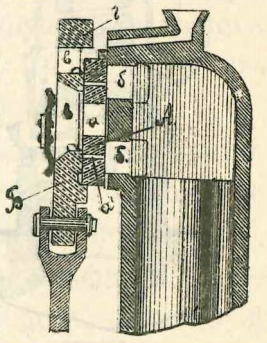
Внутри стакана находится клапанъ и пружина, которая нажимаетъ на него. Натяженіе пружины регулируется находящимся въ верхней части стакана нажимнымъ болтомъ съ контръ-гайкой, а сбоку стакана укрѣпляется двуплечій рычагъ, при помощи котораго можно въ случаѣ надобности небольшимъ усиліемъ нажать пружину снизу и выпустить часть пара изъ котла наружу.

Дѣйствіе клапана таково: черезъ прорѣзы въ нижней части стакана паръ давитъ на кольцевую поверхность клапана. Когда это давленіе превыситъ давленіе пружины—клапанъ поднимается и паръ выходитъ частью въ верхнюю часть стакана, а частью черезъ среднее и боковыя отверстія.

Для того, чтобы паровозная бригада не имѣла возможности сама нажимать регулирующую пружину и увеличивать давленіе въ котлѣ, между головкой нажимного болта и его контръ-гайкой ставится контрольная трубка, которая не даетъ возможности нажать пружину дальше извѣстнаго предѣла.

Паропроводная труба и регуляторная головка. Образовавшійся въ котлѣ паровоза паръ проводится изъ сухопарника къ цилиндрамъ паровой машины при помощи регуляторной трубы. Регуляторная труба дѣлается или мѣдная, или желѣзная, или чугунная и состоитъ изъ двухъ частей, горизонтальной и вертикальной—называемой *регуляторной головкой* (черт. 68). Горизонтальная часть трубы идетъ отъ сухопарника до передней рѣшетки, гдѣ и заканчивается въ дымовой коробкѣ такъ называемой крестовиной, служащей для направленія пара къ цилиндрамъ паровой машины. На переднемъ концѣ регуляторной трубы напаяно чечевичное кольцо, которое зажимается между передней рѣшеткой и фланцемъ крестовины и такимъ образомъ получается вполнѣ надежное соединеніе.

Черт. 68.



Другой конецъ горизонтальной части паровой трубы при помощи коническаго кольца соединяется съ вертикальной ея частью или регуляторной головкой.

Регуляторная головка въ верхней своей части имѣетъ отверстіе, служащее для прохода пара изъ сухопарника въ паровую трубу. Это отверстіе закрывается или плоской мѣдной поползушкой, называемой регуляторнымъ золотникомъ, или круглымъ регуляторнымъ клапаномъ. Открытіе и закрытіе отверстія въ регуляторной головкѣ производится при помощи регуляторнаго вала, который однимъ концомъ входитъ въ приливъ регуляторной трубы и системой рычаговъ и тягъ соединяется съ регуляторнымъ золотникомъ или клапаномъ, а другимъ концомъ проходитъ сквозь сальникъ на лобовомъ листѣ котла и оканчивается здѣсь регуляторной ручкой. Приводя въ то или другое положеніе ручку регулятора машинистъ можетъ по желанію открыть или закрыть отверстіе въ головкѣ регулятора и либо впустить паръ въ паровую трубу, либо прекратить его поступленіе туда.

Регуляторный золотникъ. Площадь отверстія въ регуляторной головкѣ, служащаго для впуска пара, дѣлается равной приблизительно $^1/_{20}$ площади поршня и потому и площадь плоскаго регуляторнаго золотника, который закрываетъ это отверстіе, довольно велика и, при давленіи въ котлѣ въ 10—12 атмосферъ, регуляторный золотникъ прижимается къ своей головкѣ съ большой силой, преодолѣть которую рукой машиниста было-бы очень трудно.

Поэтому, для облегченія передвиженія, регуляторный золотникъ (черт. 68) дѣлается изъ 2-хъ частей Изъ большого золотника А и малаго золотника Б.

Большой золотникъ снабженъ прорѣзомъ *а*, равнымъ по размѣру одному изъ двухъ отверстій *б*, устроенныхъ въ регуляторной головкѣ и двумя малыми прорѣзами a^1, въ видѣ щелей.

Малый золотникъ снабженъ двумя неравными отверстіями *в*, довольно значительнаго размѣра.

При открытіи машинистомъ регулятора, сначала начинаетъ передвигаться малый золотникъ и передвигается до тѣхъ поръ, пока выступъ его *г* не захватитъ большого золотника и не станетъ тянуть его внизъ. Въ это время отверстіе *в* малаго золотника открываетъ щелевыя отверстія a^1 въ большомъ золотникѣ и часть пара изъ котла проходитъ черезъ нихъ внутрь паровой трубы.

Какъ только паръ черезъ эти малыя отверстія поступитъ въ регуляторную трубу, онъ начинаетъ давить на большой золотникъ какъ со стороны котла, такъ и со стороны регуляторной трубы. Нажатіе большого золотника на головку ослабляется и золотникъ, какъ говорятъ, разгружается или уравновѣшивается.

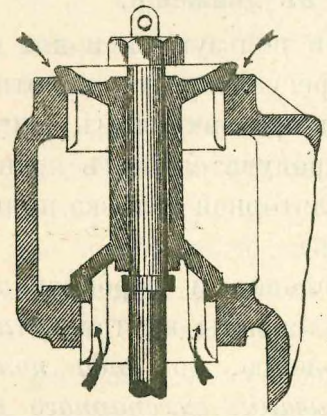
При дальнѣйшемъ движеніи ручки регулятора малый золотникъ своимъ выступомъ *г* увлекаетъ большой золотникъ внизъ, открывая верхнее отверстіе *б* регуляторной головки для впуска пара. Въ то же время вырѣзъ *а*, имѣющійся въ большомъ золотникѣ, совпадаетъ съ другимъ отверстіемъ *б* въ регуляторной головкѣ и паръ начинаетъ поступать въ регуляторную трубу такъ же и черезъ это отверстіе.

Движеніе большого регуляторнаго золотника направляется при помощи боковыхъ реберъ или закраинъ регуляторной головки, а движеніе малаго золотника направляется такими же закраинами имѣющимися на большомъ золотникѣ. Чтобы оба золотника плотно прижимались другъ къ другу и къ зеркалу регуляторной головки, когда въ котлѣ нѣтъ пару, позади малаго золотника имѣется плоская пружина. Устроить для прижатія золотника болѣе жесткое соединеніе нельзя, потому что при движеніи паровоза съ контръ-паромъ наружный воздухъ всасывается черезъ цилиндры въ паропроводную трубу и отжимая золотникъ входитъ въ котелъ. Если-бы у регуляторнаго золотника не было

пружины, а было жесткое соединеніе, то золотникъ не могъ бы отжаться и паропроводная труба отъ повышенія въ ней давленія могла бы разорваться.

Регуляторный клапанъ. Вмѣсто регуляторнаго золотника иногда устраивается регуляторный клапанъ, видъ и устройство котораго показаны на чертежѣ 69.

Черт. 69.



Клапанный регуляторъ представляетъ собой двойной клапанъ, у котораго площадь верхней тарелки нѣсколько больше площади нижней. Сдѣлано это для того, чтобы клапанъ прижимался къ своему сѣдалищу избыткомъ давленія пара на верхній клапанъ, но лишь настолько, чтобы его легко было приводить въ движеніе. Дѣйствительно, паръ давитъ и на верхнюю, и на нижнюю тарелки клапана. Поэтому онъ является почти уравновѣшеннымъ и при открытіи клапана приходится преодолѣвать только разницу давленій на верхнюю тарелку клапана.

Для того, чтобы при такомъ клапанѣ регуляторная труба не могла разорваться въ случаѣ примѣненія контръ-пара, онъ насаживается на своемъ стержнѣ свободно и, при увеличеніи давленія въ трубѣ, можетъ нѣсколько приподняться вверхъ, впуская излишекъ воздуха въ котелъ.

Какъ регуляторный золотникъ, такъ и регуляторный клапанъ возможно тщательнѣе пригоняются, пришабриваются и притираются къ своимъ рабочимъ плоскостямъ, послѣ чего плотность пригонки испытывается наливаніемъ воды внутрь головки.

Возможно тщательная пригонка регуляторной головки требуется потому, что иначе при стоянкѣ паровоза подъ

паромъ, паръ можетъ постепенно собраться въ цилиндрахъ паровоза и привести его въ движеніе.

Во избѣжаніе такихъ случаевъ при постановкѣ паровоза въ депо въ горячемъ состояніи надо, уходя съ паровоза, обязательно открыть продувательные краны, на тотъ случай, что если регуляторный золотникъ случайно и пропуститъ немного пару въ цилиндры, то этотъ паръ уйдетъ черезъ продувательные краны и не будетъ въ состояніи привести паровозъ въ движеніе.

Продувательными-же кранами пользуются и для провѣрки тщательности пригонки регуляторнаго золотника или регуляторнаго клапана: если при закрытомъ регуляторѣ изъ отверстій открытыхъ продувательныхъ кранов не выходитъ пара, значитъ регуляторная головка пригнана хорошо и пропуска пара нѣтъ.

Такъ какъ регуляторная головка и паропроводная труба вмѣстѣ съ ихъ приводомъ скрыты внутри котла и недоступны постоянному наблюденію, то *надо пользоваться каждымъ случаемъ открыванія сухопарнаго колпака для осмотра головки* и особенно для провѣрки правильности сборки привода отъ регуляторнаго вала къ регуляторному золотнику или клапану. Надо самымъ тщательнымъ образомъ просмотрѣть: всѣ ли тяги и соединенія исправны, во всѣхъ ли соединеніяхъ поставлены валики, снабжены-ли эти валики разводными чеками или шпильками, во избѣжаніе выскакиванья ихъ и разведены ли эти чеки или шпильки достаточнымъ образомъ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ однако, во время слѣдованія съ поѣздомъ такая порча регуляторнаго золотника, когда его нельзя бываетъ закрыть, не должна пугать машиниста и не должна вызывать требованье вспомогательнаго паровоза. Въ подобномъ случаѣ вполнѣ возможно слѣдовать далѣе, регулируя поступленіе пара въ цилиндры при помощи пароораспредѣлительнаго золотника.

Инжекторъ. Такъ какъ при работѣ паровоза расходуется въ часъ до 6000—7000 килограммовъ пару, то необходимо за то же время подать въ котелъ такое же количество воды. Для питанія котловъ паровозовъ въ настоящее время пользуются преимущественно особыми приборами, называемыми инжекторами, которые при помощи пара подаютъ въ котелъ воду, нагрѣтую до 80—100° С.

Во избѣжаніе остановки въ снабженіи котла водой при порчѣ инжектора, на каждомъ паровомъ котлѣ устанавливаются два инжектора—одинъ съ правой стороны, другой—съ лѣвой.

На новыхъ пассажирскихъ паровозахъ типа Пасификъ, поступившихъ на Владикавказскую дорогу, имѣется даже 3 инжектора, изъ которыхъ 2 большихъ работаютъ періодически при нуждѣ пополнить котелъ большимъ количествомъ воды, а третій малый инжекторъ работаетъ постоянно во время движенія паровоза.

Дѣйствіе инжектора основано на превращеніи тепловой энергіи, выдѣляющейся при обращеніи пара въ воду, *въ энергію движущую*, которая и заставляетъ смѣсь пара и воды поступать въ котелъ, преодолѣвая встрѣчное противудавленіе изъ котла.

Черт. 70.

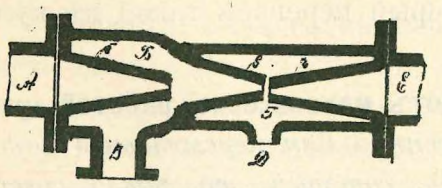


Схема устройства инжектора такова: (черт. 70) внутри цилиндрической коробки, открытой съ обоихъ концовъ и имѣющей два отростка, помѣщены три конуса *б*, *в* и *г*, вершины которыхъ лежатъ на одной прямой. Два первыхъ конуса расположены по одному направленію, а третій въ обратномъ направленіи.

По трубѣ А въ первый конусъ и далѣе въ камеру Б поступаетъ паръ изъ котла. По трубѣ В въ камеру Б по-

ступаетъ вода изъ тендера. Изъ камеры Б смѣсь пара и воды поступаетъ во второй конусъ *в*, изъ него въ третій *г*, и изъ третьяго конуса по трубѣ Е въ котелъ.

Чтобы яснѣе представить себѣ работу инжектора, надо предварительно познакомиться съ нѣкоторыми элементарными понятіями изъ физики и механики не безполезными для уясненія работы и другихъ частей паровоза.

Всякое тѣло стремится находиться въ покоѣ и не можетъ само собою прійти въ движеніе безъ посторонней причины.

Та причина, которая приводитъ тѣло изъ состоянія покоя въ движеніе, называется движущей силой или простой силой. Чтобы переставить съ одного мѣста на другое стулъ надо приложить къ нему свою силу, чтобы заставить воду подниматься изъ колодца при помощи насоса, или чтобы заставить вагонъ катиться по рельсамъ, такъ-же надо къ этимъ предметамъ приложить какую либо движущую силу. Въ зависимости отъ того, на какое разстояніе приходится передвигать какое-либо тѣло, приходится прилагать къ нему больше или меньше силы и затрачивать на передвиженіе его большую или меньшую работу. Грузчикъ, перенесшій куль муки на разстояніе 10 саженъ, совершилъ меньшую работу, меньше работалъ, чѣмъ другой грузчикъ, который перенесъ такой же куль на разстояніе 20 саженъ.

Въ механикѣ и **называютъ механической работой** *произведеніе изъ силы, приложенной для перемѣщенія какого-либо тѣла на тотъ путь, который это тѣло совершило.* Если тѣло вѣсомъ въ 1 пудъ перемѣстилось подъ вліяніемъ какой либо силы на длину 1 фута, то, говорятъ, что эта сила совершила *работу, равную одному пудо-футу.* Если тѣло вѣсомъ въ 1 килограммъ, подъ дѣйствіемъ какой либо силы, перемѣстилось на длину

1 метра, то, говорятъ, что эта сила совершила работу, равную одному *килограммо-метру*; если тѣло вѣсомъ 5 килограммъ передвинуто на длину 2 метровъ, то совершенная работа будетъ $5 \times 2 = 10$ килограммо-метровъ и т. д.

Килограммо-метрами и принято въ механикѣ измѣрять величину произведенной работы.

Тѣ силы, которыя могутъ производить работу, очень разнообразны; на переноску куля муки мы затрачиваемъ мускульную силу человѣка, на передвиженіе по рельсамъ трамвая мы затрачиваемъ электрическую силу или электрическую энергію, чтобы перевести поѣздъ съ одной станціи на другую затрачиваемъ силу пара, чтобы получить паръ мы должны передать водѣ извѣстное количество теплоты, т. е. затратить силу, которой обладаетъ теплота, или, какъ говорятъ, затратить тепловую энергію.

Присматриваясь ближе къ тѣмъ силамъ, съ которыми намъ приходится имѣть дѣло, мы видимъ, что иногда сила одного рода переходитъ въ силу другого рода. Такъ мы видимъ, что сила теченія рѣки превращается въ силу, движущую мельницу. Движущая сила, передаваемая вагону при плохой смазкѣ, идетъ на образованіе тепла и шейка вагона начинаетъ грѣться. Обратно, пользуясь силой теплоты мы получаемъ паръ, который приводитъ въ движеніе паровозъ и вагоны и т. д.

Словомъ, въ большинствѣ случаевъ мы можемъ перевести силу одного рода въ силу другого рода и, напримѣръ, затративъ извѣстное количество теплоты получить движущую силу или, наоборотъ, затративъ движущую силу, можемъ получить теплоту.

Опытами ученыхъ и было найдено, что, *затрачивая количество теплоты, равное 1 единицѣ, мы можемъ получить 424 килограммо-метра механической работы.*

Зная это обратимся къ разсмотрѣнію работы инжектора.

Поступающій изъ котла паръ, пройдя черезъ первый конусъ, попадаетъ въ камеру Б, гдѣ сталкивается съ холодной водой, поступившей изъ тендера. При этомъ *паръ охлаждается и, переходя въ воду, выдѣляетъ изъ себя всю ту скрытую теплоту, которая была затрачена на его образованіе изъ воды*, причемъ, какъ мы уже знаемъ каждый килограммъ пара выдѣляетъ 537 единицъ теплоты.

Часть выдѣлившейся теплоты идетъ на подогрѣваніе воды, главная же часть обращается въ движущую силу, которая и гонитъ смѣсь пара и воды въ питательную трубу и оттуда въ котелъ, преодолѣвая противуположное давленіе изъ котла.

Зная, что каждая единица теплоты способна произвести механическую работу равную 424 килограммо-метрамъ, мы можемъ вычислить ту силу, съ которой движется вода по питательной трубѣ и противуположное ей давленіе.

При 8 атмосферахъ давленія въ котлѣ паръ входитъ въ конусъ инжектора со скоростью около 700 метровъ или 700×1000 миллиметровъ въ секунду. При діаметрѣ отверстія конуса въ 7 м/м. его площадь будетъ 38 квадратныхъ миллиметровъ и при указанной скорости черезъ конусъ инжектора въ секунду пройдетъ объемъ пара, равный $38 \times 700 \times 1000 = 26.600.000$ кубич. миллиметрамъ или 0,0266 куб. метра пару.

Такъ какъ 1 килограммъ пара при 8 атмосферахъ давленія занимаетъ объемъ равный 0,2266 куб. метра, то 0,0266 куб. метра пара будутъ вѣсить $\frac{0,0266}{0,2266} = 0,117$ килограмма.

Когда это количество пара обратится въ воду, то оно выдѣлитъ скрытую теплоту въ количествѣ $0,117 \times 537 = 63$ единицы теплоты.

Эти 63 единицы теплоты могутъ произвести механическую работу, равную $63 \times 424 = 26712$ килограммометра.

Это и будетъ работа, совершаемая силой пара по направленію движенія воды.

Но движенію воды въ котелъ противодѣйствуетъ обратное стремленіе воды изъ котла въ питательную трубу, силу котораго мы такъ-же можемъ опредѣлить. Именно: согласно имѣющимся даннымъ при 8 атмосферахъ давленія вода стремится выйти изъ котла въ питательную трубу со скоростью около 150 метровъ въ секунду. Если площадь сѣченія трубы будетъ равна 10 квадратнымъ сантиметрамъ или 0,001 квадр. метра, то въ теченіе 1 секунды черезъ трубу пройдетъ объемъ воды равный $0,001 \times 150 = 0,15$ куб. метра.

Такъ какъ вѣсъ 1 куб. метра воды равенъ 1000 килорг., то вѣсъ указаннаго объема воды будетъ $0,15 \times 1000 = 150$ килограммовъ.

Такъ какъ эта вода стремится двигаться со скоростью 150 метровъ въ 1 секунду, то производимая ею работа будетъ равна:

150 килограммовъ $\times$ 150 метровъ = 22500 килограммо-метровъ.

Такимъ образомъ мы видимъ, что въ то время какъ работа пара, гонящаго смѣсь воды и пара въ котелъ, равна 26712 килограммо-метровъ, противуположная ей работа воды равна только 22500 килограммо-метровъ и, слѣдовательно, перевѣсъ остается на сторонѣ работы пара, отчего смѣсь воды и пара и поступаетъ внутрь котла.

При приведеніи въ дѣйствіе инжектора работа пара не сразу можетъ преодолѣть работу воды и первое время паръ, увлекая воду изъ камеры Б проходитъ въ камеру Г и по трубкѣ Д вытекаетъ наружу. Но когда паръ, вы-

ходящій изъ конуса А, пріобрѣтетъ извѣстную скорость и силу, то струя пара и воды изъ 2-го конуса перестаетъ попадать въ камеру Г, и выходить черезъ трубку Д, а проходитъ прямо въ отверстіе 3-го конуса и оттуда въ котелъ.

Какъ только по той или другой причинѣ подача воды въ котелъ прекратится, то вода тотчасъ попадетъ изъ 2-го конуса въ камеру Г и, выходя по трубкѣ Д, дастъ знать, что инжекторъ пересталъ работать. Поэтому трубка Д и называется *вѣстовой трубкой*.

Для правильнаго дѣйствія инжектора необходимо, чтобы температура поступающей изъ тендера воды не была слишкомъ высока. При слишкомъ горячей водѣ паръ, поступая въ камеру Б, не будетъ въ достаточной мѣрѣ охлаждатся, вслѣдствіе этого онъ не выдѣлитъ нужнаго для работы инжектора количества скрытой теплоты и инжекторъ не будетъ работать.

По этой же причинѣ не работаетъ инжекторъ и тогда, если конуса его и корпусъ слишкомъ нагрѣты. Въ этомъ случаѣ для того, чтобы инжекторъ началъ работать, его слѣдуетъ охладить.

Инжекторы различаются другъ отъ друга по номерамъ. Номеръ-же инжектора опредѣляется діаметромъ отверстія конуса. Инжекторъ, у котораго конусъ имѣетъ діаметръ отверстія 7 м/м., считается № 7, при діаметрѣ отверстія 9 м/м. будетъ № 9 и т. д.

По расположенію своему на котлѣ инжекторы дѣлятся на нагнетательные и всасывающіе.

Нагнетательные инжекторы помѣщаются подъ площадкой будки паровоза и вода поступаетъ въ нихъ изъ тендера по резиновому рукаву самотекомъ, поэтому эти инжекторы не такъ чувствительны къ колебаніямъ упругости пара въ котлѣ и у нихъ наблюдается меньше

неисправностей, но зато они совершенно недоступны для осмотра во время хода поѣзда и легко замерзаютъ въ холодное время года.

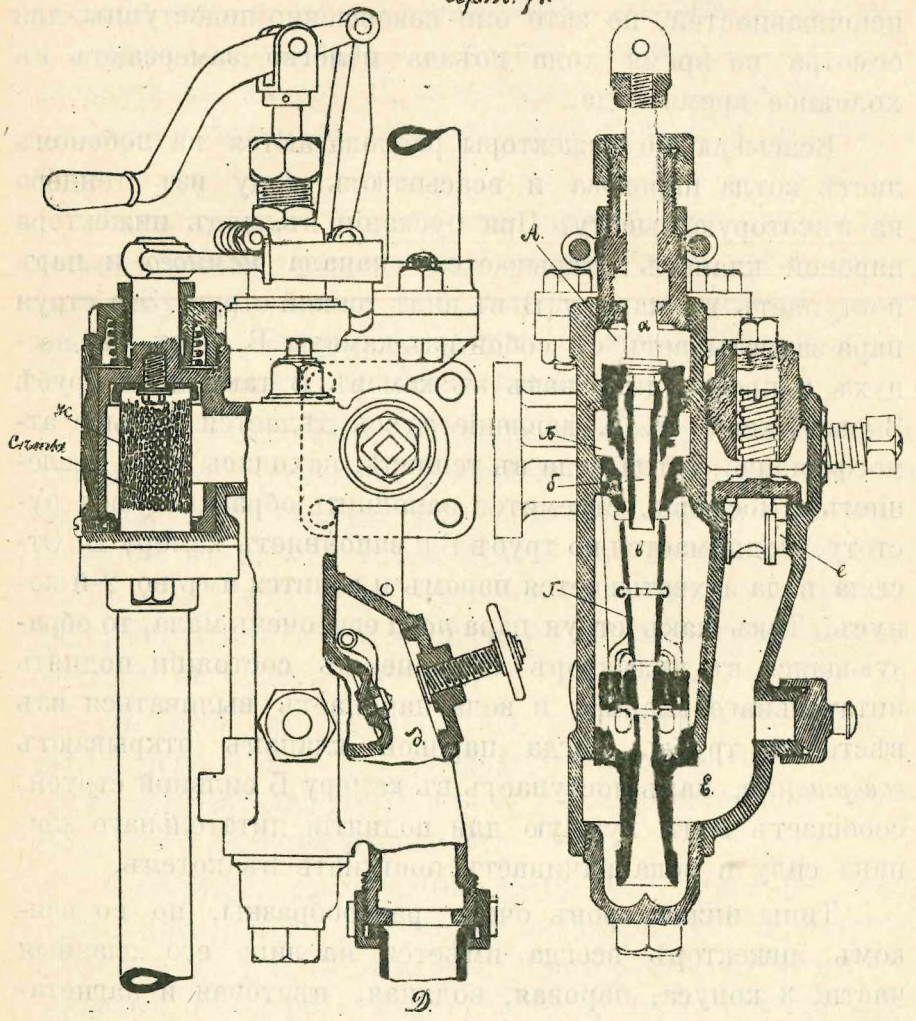
Всасывающіе инжекторы располагаются на лобовомъ листѣ котла паровоза и всасываютъ воду изъ тендера на нѣкоторую высоту. При пусканіи въ ходъ инжектора паровой клапанъ открывается сначала *немного* и паръ поступаетъ въ камеру Б въ видѣ тонкой струи. Эта струя пара захватываетъ съ собой изъ камеры Б (черт. 72) воздухъ и производитъ какъ въ камерѣ Б такъ и въ трубѣ В разрѣженіе, т. е. давленіе здѣсь дѣлается меньше атмосфернаго. Тогда вода въ тендерѣ, находясь подъ давленіемъ атмосферы, стремится заполнить образующуюся пустоту, поднимается по трубѣ В и заполняетъ камеру Б. Отсюда вода захватывается паромъ и гонится имъ во 2-й конусъ. Такъ какъ струя пара *пока* еще очень мала, то образующаяся въ инжекторѣ сила не въ состояніи поднять питательнаго клапана и вода начинаетъ выливаться изъ вѣстовой трубы. Тогда паровой клапанъ открываютъ *совершенно*, паръ поступаетъ въ камеру Б сильной струей, сообщаетъ водѣ нужную для поднятія питательнаго клапана силу и вода начинаетъ поступать въ котелъ.

Типы инжекторовъ очень разнообразны, но во всякомъ инжекторѣ всегда имѣется на лицо его главныя части: 3 конуса, паровая, водяная, вѣстовая и нагнетательная трубы и питательный клапанъ.

Для примѣра разсмотримъ инжекторъ Фридмана „класса R. S.“, имѣющій въ настоящее время большое распространеніе на паровозахъ русской сѣти желѣзныхъ дорогъ (черт. 71).

Паръ изъ котла по трубѣ подводится въ паровую камеру А инжектора. Впускъ пара изъ паровой камеры А въ инжекторъ производится при помощи особой формы

Черт. 71.



клапана *а*. Въ первомъ паровомъ конусѣ *б*, кромѣ большого центральнаго отверстія, имѣются еще небольшія отверстія, расположенныя по окружности и служащія для засасыванія воды. Когда мы, посредствомъ имѣющейся рукоятки, открываемъ *немного* клапанъ *а*, то центральный стержень его не выходитъ еще изъ средняго большого отверстія конуса *б*, но въ то же время

открываются малыя боковыя отверстія и паръ изъ паровой камеры А проходитъ черезъ нихъ, захватываетъ воздухъ изъ водяной камеры Б и гонитъ его во второй конусъ *в*. Вслѣдствіе образующагося разрѣженія въ водяной камерѣ Б вода изъ тендера черезъ резиновый рукавъ и всасывающую трубу В начинаетъ поступать въ водяную камеру Б и оттуда гонится паромъ во второй конусъ *в*, попадаетъ въ водоотводную камеру Г и начинаетъ вытекать наружу черезъ вѣстовой клапанъ А и вѣстовую трубу Д. Тогда поднимаютъ *совершенно* рукоятку парового клапана инжектора. Центральный стержень клапана *а* открываетъ среднее отверстіе конуса *б* и паръ широкой струей поступаетъ въ конусъ *б*, конденсируется и образовавшаяся при конденсаціи пара движущая сила гонитъ воду во второй конусъ. Пріобрѣтая большую скорость и силу вода уже не вытекаетъ черезъ вѣстовую трубу, а поступаетъ въ питательную камеру Е и, благодаря полученной силѣ, поднимаетъ питательный клапанъ *е* и устремляется въ котелъ паровоза.

На всасывающей трубѣ этого инжектора имѣется запорный кранъ *ж*, внутри котораго заключена проволочная сѣтка. Эта сѣтка служитъ для удержанія всякихъ постороннихъ тѣлъ, могущихъ попасть въ инжекторъ съ водой изъ тендера, легко вынимается и очищается и на дѣлѣ оказывается въ высшей степени полезной.

Въ этомъ инжекторѣ имѣется еще дополнительный не видный на чертежѣ небольшой клапанъ, который начинаетъ работать при установившейся работѣ инжектора и служитъ для увеличенія объема поступающей въ котелъ воды.

Вопросъ **о питаніи котловъ инжекторами** былъ весьма подробно обслѣдованъ американскимъ инженеромъ М. Е. Уэльсомъ, который посвятилъ ему значительную часть своего сочиненія „Уходъ за паровозными котлами“. Ре-

зультаты его обслѣдованія въ краткихъ словахъ сводятся къ нижеслѣдующему: При питаніи котловъ паровозовъ инжекторами надо быть всегда очень осторожнымъ *и надо всегда помнить, что неправильное пользованіе инжекторомъ создаетъ въ котлѣ быстрое измѣненіе температуры и затѣмъ неравномѣрность ея въ различныхъ частяхъ котла, что и является не только главной причиной течи трубъ паровоза, но и причиной болѣе серьезныхъ поврежденій и разрушенія частей паровозныхъ котловъ.*

Кусокъ желѣза или стали можетъ быть охлаждаемъ извѣстное число разъ безъ уменьшенія его прочности. Точно также равномѣрное нагрѣваніе или охлажденіе котла не должно вызывать порчи металла, изъ котораго построенъ котелъ. Но если мы будемъ охлаждать одну часть котла, не охлаждая въ тоже время другія его части, то, конечно, въ стѣнкахъ котла появятся огромныя напряженія, которыя будутъ разстраивать швы котла и его дымогарныя трубы.

Между тѣмъ питаніе котловъ при помощи инжектора именно и создаетъ разницу температуры въ различныхъ мѣстахъ котла и, вызывая неравномѣрное сжатіе и расширеніе частей его, ведетъ къ ихъ разстройству и поврежденію.

Холодная вода вообще всегда стремится опуститься на дно, а горячая подняться кверху. Что это дѣйствительно такъ, мы убѣждаемся многочисленными опытами нашей повседневной жизни. Особенно наглядно мы можемъ убѣдиться въ этомъ если станемъ въ ванну, наполненную горячей водой и пустимъ затѣмъ туда струю холодной воды. Мы сразу почувствуемъ холодную воду у своихъ ногъ и ясно ощутимъ разницу температуры верхняго и нижняго слоя воды.

Происходитъ это отъ того, что холодная вода плотнѣе и слѣдовательно тяжелѣе горячей и потому опускается на низъ.

Въ бо́льшей плотности холодной воды всѣ вѣроятно имѣли случай не разъ убѣдиться, наблюдая за работой котла. Когда котелъ послѣ промывки наполненъ холодной водой и въ стеклѣ его имѣется напримѣръ 2″ воды, то послѣ заправки котла, когда вода нагрѣется, вы видите, что она поднимется въ стеклѣ еще дюйма на 2, хотя количество воды въ котлѣ осталось тоже самое. Это показываетъ, что вода также какъ и всѣ прочія тѣла при нагрѣваніи расширяются и слѣдовательно будучи взята въ томъ-же объемѣ вѣситъ меньше.

Въ котлѣ паровоза холодная вода, подаваемая инжекторомъ, также старается опуститься на дно и охлаждаетъ нижнюю часть его и нижніе ряды дымогарныхъ трубъ.

Насколько значительно измѣняется температура воды въ котлѣ при работѣ инжектора съ достаточной убѣдительностью показываетъ слѣдующій опытъ, произведенный американскимъ инженеромъ Викгорстомъ.

Въ котелъ, надъ которымъ производились наблюденія, были вставлены 4 термометра: 1 й—у поверхности воды, 2-й—по оси рѣшетки, 3-й—на уровнѣ нижнихъ трубъ и 4-й—на уровнѣ нижнихъ люковъ. Въ топкѣ котла имѣлся огонь, сифонъ былъ открытъ и давленіе пара было около 12 атмосферъ. Когда измѣрили при такомъ состояніи котла температуру на разныхъ уровняхъ его, то нашли, что температура на всѣхъ уровняхъ была приблизительно одинаковая именно около 188°.

Затѣмъ пустили въ ходъ инжекторъ и когда, по истеченіи 8 минутъ его работы, измѣрили вновь температуру воды на указанныхъ уровняхъ, то нашли, что на уровнѣ 1-го термометра температура упала на 9°, на уровнѣ 2-го—на 30°, на уровнѣ 3-го—на 50° и на уровнѣ 4—на 60°.

Этотъ опытъ ясно показываетъ, насколько сильно охлаждается нижнее пространство котла по сравненію съ

верхнимъ. При этомъ было еще замѣчено, что та сторона котла, на которой работалъ инжекторъ, охлаждалась гораздо сильнѣе, чѣмъ противуположная сторона.

Такое значительное неравенство температуръ воды въ разныхъ частяхъ котла, создающееся при работѣ инжектора и является одной изъ главныхъ причинъ течи трубъ паровозныхъ котловъ. Поэтому главной задачей правильнаго питанія котла является поддержаніе вверху и внизу котла по возможности одинаковой температуры.

Результаты этихъ разсужденій подтверждаются дѣйствительной практикой и старые машинисты, помнящіе то время, когда на паровозахъ вмѣсто инжекторовъ работали насосы, приводимые въ движеніе отъ движенія крейцкопфа и когда не было возможности питать котлы на стоянкахъ, говорятъ намъ, что въ то время дымогарныя трубы служили гораздо исправнѣе. То-же самое подтверждаетъ намъ и опытъ Юго-Западной Англійской дороги, гдѣ инжектора систематически замѣняются насосами, накачивающими въ котелъ воду, подогрѣтую въ дымовой коробкѣ отработанными газами.

Дѣйствительно въ то время какъ вода въ котлѣ при 12 атмосферахъ имѣетъ температуру равную 184°, вода подаваемая инжекторомъ имѣетъ всего около 80° и для уравненія температуры этой воды съ водой, находящейся въ котлѣ, ее надо нагрѣть на 100°, т. е. затратить на каждый килограммъ ея 100 единицъ тепла.

Если это будетъ сдѣлано при помощи усиленія огня въ топкѣ и поступающая вода будетъ быстро подогрѣта, то температура въ разныхъ частяхъ котла будетъ поддерживаться болѣе однообразной, если этого сдѣлано не будетъ, то холодная вода будетъ садиться на дно, будетъ охлаждать нижнія трубы и вызоветъ ихъ укорачиванье, а вслѣдствіе этого и ихъ течь. Новыя трубы можетъ быть не потекутъ первую, вторую, третью, десятую, можетъ быть двадцатую поѣздку, но въ концѣ концовъ отъ многочисленныхъ охлажденій и сокращеній при неправильномъ питаніи котла концы трубъ ослабнутъ въ рѣшеткѣ и начнутъ течь.

Такимъ образомъ рѣшеніе вопроса о правильномъ питаніи котла сводится къ тому, чтобы качать воду инжекторами въ котелъ, насколько это возможно, только въ то время, когда паровозъ идетъ съ паромъ и всячески избѣгать накачиванья воды при ѣздѣ безъ пару и при стоянкѣ паровоза.

Если же все-таки неизбѣжно будетъ нужно подкачать воды при закрытомъ регуляторѣ, то при этомъ долженъ по крайней мѣрѣ имѣться хорошій огонь въ топкѣ и во время работы инжектора долженъ быть открытъ сифонъ.

По тѣмъ же соображеніямъ по прибытіи съ поѣздомъ на станцію своего или оборотнаго депо необходимо имѣть въ стеклѣ возможно больше воды, а при передвиженіи по станціоннымъ путямъ въ депо, бригада, пользуясь случаемъ, обязательно должна еще подкачать воды въ котелъ съ тѣмъ, чтобы сдать паровозъ по возможности съ полнымъ стекломъ воды.

Подкачиванье воды въ котелъ при стоянкѣ на станціи или послѣ того, какъ паровозъ уже поставленъ въ депо, а въ особенности послѣ потушки огня въ топкѣ, является въ высшей степени вреднымъ и служитъ одной изъ главныхъ причинъ течи трубъ котла.

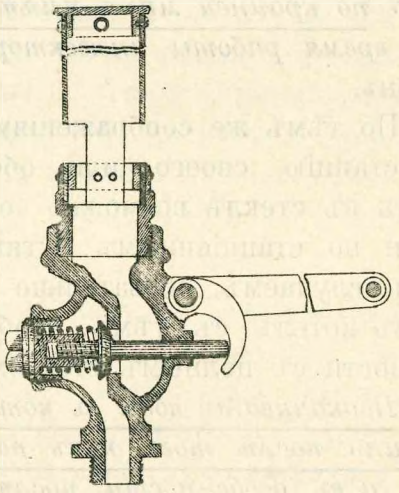
Безусловно вреднымъ такъ-же является и накачиванье воды въ котелъ сразу большими порціями, наоборотъ количество воды подаваемой инжекторомъ за одинъ разъ должно быть возможно меньшимъ.

На основаніи указанныхъ соображеній подачу воды въ котелъ лучше всего производить инжекторомъ неболь-

шого калибра, который-бы работалъ во все время движенія паровоза. Такой опытъ и сдѣланъ на новыхъ, пассажирскихъ паровозахъ Владикавказской дороги типа „Пасификъ“, гдѣ кромѣ 2-хъ большихъ всасывающихъ инжекторовъ, служащихъ для періодическаго добавленія значительнаго количества воды, имѣется еще 3-й малый, нагнетательный инжекторъ, назначеніе котораго работать непрерывно во все время движенія паровоза.

Свистокъ. Для подачи съ паровоза звуковыхъ сигналовъ на котлѣ паровоза устраивается свистокъ. Свистокъ паровоза нормальнаго типа (черт. 72) состоитъ изъ пустотѣлой колонки, внутри которой находится клапанъ, прижимаемый къ своему сѣдлу пружиной и открывающійся изъ будки машиниста при помощи системы рычаговъ.

Черт. 72.



Надъ клапаномъ помѣщается опрокинутый вверхъ дномъ мѣдный стаканъ съ 2 вырѣзами по бокамъ для выхода пара. При выходѣ пара изъ котла онъ съ силой ударяется въ края стакана, отъ чего происходитъ рѣзкій и сильный звукъ, которымъ и пользуются для подачи сигналовъ.

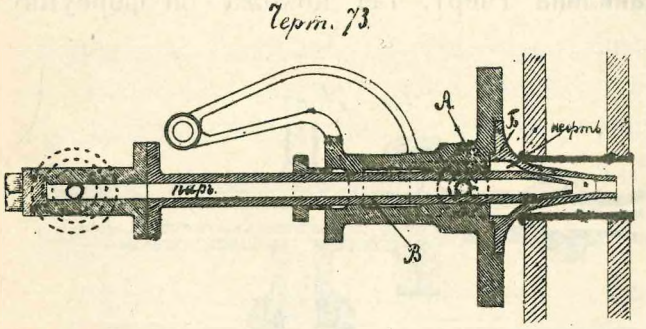
Свистки на паровозахъ бываютъ очень разнообразныхъ размѣровъ и конструкціи. Иногда устраивается два свистка: болѣе слабымъ пользуются въ обыкновенныхъ случаяхъ, а болѣе сильнымъ въ случаяхъ внезапной тревоги или опасности и въ случаѣ необходимости подать сигналъ издалека.

Приводъ къ свистку долженъ быть обязательно соединенъ съ приводомъ для сигнальной веревки, при помощи которой подаются паровозной бригадѣ въ случаѣ нужды сигналы съ поѣзда.

Форсунки. При нефтяномъ отопленіи для пульверизаціи или распыленія поступающей въ топку нефти употребляются особые приборы, называемые форсунками. Въ большинствѣ форсунокъ распыленіе нефти производится съ помощью пара. Паръ поступая въ форсунку, встрѣчается съ нефтью, перемѣшивается съ ней и выбрасываетъ ее изъ форсунки въ видѣ снопа мелкихъ брызгъ, которыя, встрѣчаясь въ топкѣ съ нагрѣтымъ воздухомъ, быстро загораются и горятъ сильнымъ пламенемъ. Системъ форсунокъ очень много, но наиболѣе распространенными изъ нихъ надо считать форсунку Уркгардта и форсунку Данилина.

Форсунка Уркгардта. устроена слѣдующимъ образомъ: (черт. 73).

Черт. 73.

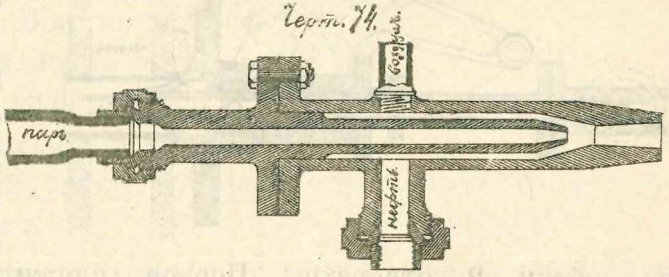


Въ чугунный или иногда мѣдный корпусъ А, оканчивающійся конусомъ Б, входитъ второй конусъ В. Корпусъ А имѣетъ сбоку 2 отверстія. Первое служитъ для поступленія нефти, второе—для продувки нефтяного конуса паромъ въ случаѣ его засоренія. Корпусъ форсунки снабжается фланцемъ, служащимъ для установки форсунки на шпилькахъ и для регулировки ея направленія. Внутренній конусъ служитъ для подведенія пара, нужнаго

для распыливанія нефти. Онъ проходитъ черезъ сальникъ, имѣющійся въ задней части корпуса форсунки, можетъ передвигаться въ немъ взадъ и впередъ и своимъ переднимъ концомъ, пригнаннымъ къ внутренней поверхности нефтяного конуса, можетъ плотно закрывать отверстіе, предназначенное для выхода нефти. Передвиженіе конуса производится при помощи хомута, зажимающаго паровой конусъ и двуплечаго рычага, приводимаго въ движеніе винтомъ, конецъ котораго выведенъ въ будку машиниста съ лѣвой стороны. При вращеніи винта по часовой стрѣлкѣ винтъ ввинчивается въ гайку, длинное плечо рычага поднимается кверху и конусъ, захваченный хомутомъ, передвигается впередъ и закрываетъ нефтяное отверстіе. При движеніи противъ часовой стрѣлки происходитъ открытіе нефтяного отверстія.

Въ заднемъ концѣ парового конуса имѣется отверстіе, заглушенное пробкой и служащее для прочистки конуса въ случаѣ засоренія, а сбоку устроено отверстіе для подвода пара.

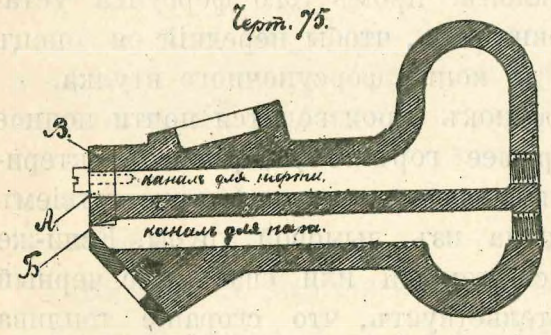
Форсунка Данилина (черт. 74) похожа на форсунку Уркгардта, но устроена проще ея. Обаконусавъэтой форсункѣ неподвижны и



притокъ нефти и пара регулируется только при помощи вентилей, находящихся на подводящихъ ихъ трубкахъ. Паръ поступаетъ во внутренній конусъ, а нефть поступаетъ въ наружный конусъ.

Кромѣ того внутрь нефтяного конуса проведена не большая отдѣльная трубка, служащая для подвода воздуха въ форсунку. Эта трубка имѣетъ большое значеніе въ отношеніи правильности горѣнія форсунки и расхода ею топлива.

Американская форсунка. На паровозахъ американскаго завода *Балдвина*, работающихъ на многихъ дорогахъ русской сѣти, установлена своеобразная форсунка не съ кольцевыми, а съ плоскими отверстіями для пара и нефти. Форсунка (черт. 75) представляетъ собой чугунную коробку, раздѣленную на двѣ части. Въ верхнюю часть поступаетъ нефть, которая выходитъ черезъ довольно широкую щель А. Въ нижнюю часть форсунки поступаетъ паръ, который выходитъ черезъ узкую щель Б, подхватываетъ струю нефти и распыляетъ ее. Размѣръ паровой щели регулируется при помощи передвижной пластинки В. Эта форсунка проста по конструкціи, но расходъ пару для пульверизаціи нефти у нея нѣсколько больше, чѣмъ у форсунокъ Уркгардта и Данилина.



При употребленіи форсунокъ всѣхъ системъ нефть подводится къ форсункѣ изъ тендернаго бака при помощи резиноваго или металлическаго гибкаго рукава, а паръ подводится изъ такъ называемой пароразборной колонки, помѣщенной внутри будки.

Пароразборная колонка представляетъ собой небольшую чугунную трубку, снабженную отростками съ запор-

ными вентилями на нихъ. Въ колонку поступаетъ изъ котла паръ и черезъ отростки отводится изъ нея для того или другого назначенія какъ-то: для пульверизаціи нефти, для продувки форсунки, для подогрѣванія нефти въ бакѣ тендера, для заправки другого паровоза и проч.

Форсунки вводятся въ топку котла или черезъ особо назначенный для того форсуночный втулокъ, или же устанавливаются подъ нижней топочной рамой. Для правильности горѣнія форсунки большое значеніе имѣетъ тотъ или другой уклонъ ея оси и потому всѣ форсунки устраиваются такъ, чтобы имѣлась возможность регулировать этотъ уклонъ. Кромѣ того форсунка устанавливается обыкновенно такъ, чтобы передній ея конецъ немного не доходилъ до конца форсуночного втулка.

При работѣ форсунокъ производится почти полное сгораніе топлива. Хорошее горѣніе форсунки характеризуется свѣтлымъ яркимъ огнемъ въ топкѣ и отсутствіемъ выдѣленія темнаго дыма изъ дымовой трубы. Если-же изъ трубы выдѣляется темный или еще хуже черный дымъ, то это свидѣтельствуетъ, что сгораніе топлива происходитъ не полное и часть его не сгорѣвши уносится въ атмосферу.

При зажиганіи форсунки, особенно послѣ ея внезапнаго потуханія, *надо* быть очень осторожнымъ и *предварительно открывать сифонъ*, такъ какъ иначе происходитъ взрывъ нефтяного газа въ топкѣ и лицо, зажигающее форсунку, можетъ получить очень болѣзненные ожоги.

ГЛАВА VI.

Промывка и продувка паровозовъ и наблюденіе за ихъ состояніемъ.

Какъ уже было упомянуто въ главѣ о порчѣ частей паровозныхъ котловъ, вода, употребляемая для питанія котловъ, въ большей или меньшей степени, содержитъ

въ себѣ разнообразныя постороннія примѣси. Эти примѣси частью состоятъ изъ растворенныхъ въ водѣ и химически соединенныхъ съ ней различныхъ солей и кислотъ, а частью являются въ видѣ чисто механическихъ примѣсей грязи, ила, глины и мелкаго песку.

При испареніи воды въ котлѣ, растворенныя въ ней соли не уносятся вмѣстѣ съ паромъ, а остаются въ водѣ и чѣмъ больше котелъ испарилъ воды, т. е. чѣмъ больше верстъ сдѣлалъ онъ отъ начала его работы, тѣмъ болѣе насыщенной различными солями становится его вода.

Насытивъ воду соли начинаютъ выдѣляться изъ воды и сначала собираются въ верхней части котла въ видѣ мути, а затѣмъ, при стоянкѣ паровоза въ депо, осѣдаютъ на внутренней поверхности котла, образуя тотъ слой накипи, который, какъ мы видѣли, является столь вреднымъ для котла.

Вмѣстѣ съ выдѣляющимися изъ воды солями на части котла осѣдаютъ и тѣ механическія примѣси, которыя находятся въ водѣ; онѣ еще болѣе увеличиваютъ слой накипи и особенно загрязняютъ низъ цилиндрической части котла и промежутки между стѣнками топки, образуя иногда въ этихъ мѣстахъ такъ называемые завалы.

Лица, знающія насколько грязна бываетъ порой вода горныхъ рѣкъ Кавказа, когда количество механическихъ примѣсей доходитъ до 15—20 % объема воды, легко должны представить себѣ возможность образованія такихъ заваловъ, а познакомившись съ тѣми крайне вредными послѣдствіями, которыя оказываетъ на состояніе котла присутствіе накипи и тѣмъ болѣе присутствіе такихъ заваловъ, они должны понять и крайнюю необходимость содержать котелъ паровоза въ возможно чистомъ видѣ.

Кромѣ порчи частей котла загрязненіе воды вызываетъ бурленіе и крайне неспокойное кипѣніе ея въ котлѣ и выкидыванье частицъ грязной воды вмѣстѣ съ паромъ черезъ регуляторную трубу въ цилиндры, воизбѣжаніе чего становится невозможнымъ открыть полностью регуляторъ и использовать всю мощность паровоза.

Чтобы избавится отъ всѣхъ вышеуказанныхъ, вредныхъ явленій вода въ котлахъ паровозовъ періодически смѣняется, а самый котелъ при этомъ возможно тщательнѣе очищается отъ грязи и накипи и промывается чистой водой. Въ зависимости отъ качествъ и чистоты питательной воды сроки промывки паровозовъ бываютъ различны и опредѣляются обыкновенно пробѣгомъ отъ 500 до 1500 верстъ, а иногда и нѣсколько болѣе.

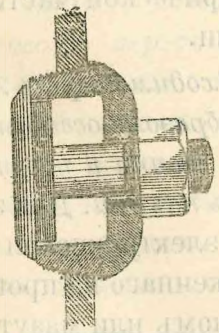
Промывка паровоза *представляетъ собой одну изъ самыхъ важнѣйшихъ работъ по уходу за паровозомъ, а наблюденіе за своевременностью и тщательностью промывки составляетъ одну изъ самыхъ главныхъ обязанностей паровознаго машиниста.* Отъ своевременности и тщательности промывки котла зависитъ и правильность работы паровой машины паровоза, отъ нея зависитъ и расходъ топлива паровозомъ и расходъ на ремонтъ его и т. д.

Промывка паровозовъ обыкновенно производится слѣдующимъ образомъ: назначенный для промывки паровозъ тушится и ставится на канаву депо съ возможно меньшимъ давленіемъ пара и большимъ запасомъ воды. Оставшійся въ котлѣ паръ спускаютъ черезъ предохранительные клапаны, послѣ чего даютъ котлу остынуть настолько, чтобы возможно было свободно держать руку на его поверхности. Послѣ этого открываютъ всѣ промывательные люки и пробки и спускаютъ грязную воду изъ котла, стараясь чтобы при этомъ по возможности вмѣстѣ съ водой удалялось и возможно большее количество грязи и осадковъ. Затѣмъ промываютъ котелъ помощью брандспойта съ различной формы наконечниками, направляя сильныя струи воды на потолокъ, стѣны топки, дымогарной трубы и т. д. Въ тоже время, при помощи желѣзныхъ прутьевъ, скребковъ и даже длинныхъ зубилъ, стараются возможно тщательнѣе удалить всю накипь со стѣнокъ топки и съ дымогарныхъ трубъ.

Для того, чтобы лучше сбить и удалить накипь изъ трудно доступныхъ частей котла, струя воды для промывки должна быть возможно сильнѣе, поэтому давленіе воды въ водопроводѣ для промывки является недостаточнымъ и обыкновенно для этого пользуются особыми передвижными насосами, дающими давленіе до 4—5 атмосферъ и приводимыми въ дѣйствіе паромъ или бензиновыми, или электрическими моторами.

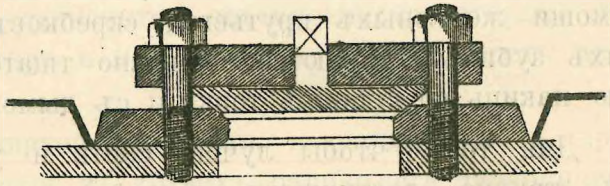
Для того, чтобы при промывкѣ котла удобно было возможно лучшимъ образомъ очистить его отъ осѣвшей грязи и накипи, въ стѣнкахъ котла въ разныхъ мѣстахъ его и особенно вблизи топки, должно быть устроено достаточное количество люковыхъ отверстій и промывательныхъ пробокъ. На дорогахъ съ грязною и плохою по качеству водою, напримѣръ, на Владикавказской дорогѣ въ углахъ лобового листа кожуха топки, по высотѣ, устраивается съ каждой стороны по 3 промывательныхъ люка, вида изображеннаго на чертежѣ 76. Такіе люки обыкновенно состоятъ изъ мѣдной сквозной чашки, туго ввернутой на рѣзьбѣ въ стѣнки котла и закрывающейся якорнымъ люкомъ при помощи прокладки изъ пеньковой плетенки.

Черт. 76.



Вверху кожуха топки надъ потолкомъ устраиваются еще 2 или 4, а иногда и больше круглыхъ люка, закрываемыхъ хорошо пригнанными и притертыми крышками черт. 77.

Черт. 77.



Кромѣ того, въ нѣсколькихъ мѣстахъ кожуха какъ-то надъ шуровочнымъ отверстіемъ, въ 2—3 мѣстахъ на боковыхъ стѣнкахъ топки и т. д. устраиваются еще небольшія отверстія, закрываемыя пробками и служащія такъ-же для наблюденія за количествомъ накипи и для ея удаленія при помощи струи воды.

На цилиндрической части котла, кромѣ отверстія въ сухопарномъ колпакѣ, устраивается еще большой люкъ такого размѣра, чтобы черезъ него могъ влѣзать въ котелъ взрослый человѣкъ для производства нужнаго ремонта и кромѣ того устраиваются еще 1 или 2 подбрюшныхъ люка въ нижней части котла и одинъ люкъ внизу въ дымовой коробкѣ, который служитъ для возможности направить струю воды по низу цилиндрической части для удаленія осѣвшей тамъ грязи и накипи.

По окончаніи промывки котла необходимо черезъ люковыя отверстія возможно тщательнымъ образомъ освидѣтельствовать состояніе потолка и стѣнокъ топки и удостовѣриться въ достаточной очисткѣ ихъ отъ накипи. Для этого котелъ освѣщаютъ изнутри при помощи электрической лампочки или факела, сдѣланнаго изъ насаженнаго на проволоку пучка концовъ, смоченныхъ керосиномъ или мазутомъ.

Если гдѣ-либо при этомъ будутъ замѣчены завалы или неотдѣлившіеся слои накипи, то они обязательно должны быть удалены повторной промывкою.

Весь процессъ такъ называемой холодной промывки котла занимаетъ отъ $1^1/_2$ до 2-хъ сутокъ времени и при 3-хъ, 4-хъ промывкахъ въ мѣсяцъ паровозъ исключается изъ работы почти на недѣлю. Однако, не смотря на столь значительный непроизводительный простой на промывкѣ такой дорогой машины какъ паровозъ, главная цѣль холодной промывки—достигнуть постепеннаго охлажденія котла и уберечь котелъ отъ вредныхъ напряженій при быстромъ охлажденіи его—къ сожалѣнію, достигается далеко не вполнѣ. Произведенными наблюденіями установлено, что послѣ простоя безъ огня въ топкѣ въ теченіе сутокъ, температура воды въ котлѣ бываетъ иногда все-таки около 60 градусовъ и разница съ температурой окружающаго воздуха достигаетъ 40—50°. Естественно, что слѣдующее послѣ спуска воды *сравнительно быстрое охлажденіе котла на эти 40—50° вызываетъ въ котлѣ значительныя напряженія, вслѣдствіе равницы въ сжатіи желѣзныхъ и мѣдныхъ частей котла.* Такъ какъ эти напряженія повторяются каждую промывку и еще болѣе увеличиваются слѣдующей послѣ промывки заправкой паровоза, то въ концѣ концовъ они несомнѣнно ведутъ къ разстройству соединеній частей котла и ухудшенію качествъ ихъ матеріала.

Кромѣ того, при постепенномъ охлажденіи горячаго паровоза передъ промывкой, большая часть заключающейся въ котлѣ паровоза мути осѣдаетъ на поверхности нагрѣва котла и, при дальнѣйшемъ спускѣ воды изъ котла, осѣвшая муть быстро присыхаетъ къ теплымъ стѣнкамъ топки и дымогарнымъ трубамъ и при томъ настолько сильно, что удаленіе ея холодной водой становится невозможнымъ.

Каждый, имѣвшій дѣло съ промывкой паровозовъ, вѣроятно не разъ убѣждался въ этомъ, разсматривая кусочки накипи. Дѣйствительно, если разломить кусочекъ накипи, то можно ясно видѣть, что накипь состоитъ изъ

нѣсколькихъ слоевъ одинаковой толщины, очевидно образовавшихся при повторныхъ промывкахъ паровозовъ.

Указанныя обстоятельства и заставляютъ искать такого способа промывки, при которомъ съ одной стороны котелъ не подвергался бы рѣзкимъ измѣненіямъ температуры, а съ другой стороны образовавшаяся въ котлѣ муть не успѣвала осѣсть на стѣнкахъ котла и легко удалялась бы изъ котла.

Горячая промывка. Такимъ условіямъ до извѣстной степени и удовлетворяетъ горячая промывка паровозовъ.

Обычно примѣняемая горячая промывка состоитъ въ томъ, что послѣ спуска пара и части воды и охлажденія котла до тѣхъ поръ, пока не прекратится значительное выдѣленіе пара, открываютъ соотвѣтствующіе люки котла и производятъ промывку его горячею водою отъ инжектора сосѣдняго паровоза.

При этомъ шуровочная дверка и клапана поддувала должны быть плотно закрыты, во избѣжаніе течи трубъ отъ охлажденія ихъ струей холоднаго воздуха.

Выгода горячей промывки состоитъ въ томъ, что время промывки сокращается до 10—12 часовъ, котелъ сильно не охлаждается и потому не подвергается вреднымъ напряженіямъ, а не успѣвшая присохнуть накипь легче удаляется съ поверхности топки и трубъ.

Болѣе совершеннымъ является **способъ горячей промывки по системѣ Витенбергъ-Шильгана**, примѣненный въ Россіи въ 1909—1910 г. въ Минераловодскомъ депо Владикавказской ж. дороги и въ настоящее время, кажется, вполнѣ успѣшно примѣняемый и на нѣкоторыхъ другихъ ж. д. Способъ этотъ состоитъ въ слѣдующемъ:

Послѣ того, какъ паровозъ введенъ въ стойло паровознаго сарая, паръ изъ котла выпускается въ тендерный водяной бакъ, объемъ воды въ которомъ въ это

время долженъ превышать не болѣе чѣмъ въ полтора раза объемъ воды, служащій для наполненія котла. При этомъ условіи вода въ тендерѣ нагрѣвается отъ спускаемаго пара до 60—65°.

Когда паръ сойдетъ, пускаютъ черезъ верхній большой люкъ въ цилиндрическую часть котла воду изъ водопровода и одновременно открываютъ спускные краны топки. Впускъ и выпускъ воды регулируютъ такимъ образомъ, чтобы минутъ черезъ 40—50 вода вытекала изъ котла имѣя температуру въ 60—70°. При этомъ уровень воды въ котлѣ долженъ поддерживаться примѣрно на одной и той же высотѣ. По достиженіи указанной температуры, прекращаютъ впускъ воды, открываютъ боковые люки и вода изъ котла быстро выпускается. Однако прежде, чѣмъ она успѣетъ совершенно вытечь, пускаютъ въ ходъ передвижной промывочный насосъ и съ его помощью промываютъ котелъ нагрѣтой ранѣе водой изъ тендернаго бака.

Благодаря такимъ пріемамъ поверхность котла обнажается отъ воды лишь на короткое время, большая часть котельной накипи не успѣваетъ присохнуть къ стѣнкамъ котла и оставаясь мягкой, сильной струей воды изъ насоса легко смывается и уносится наружу.

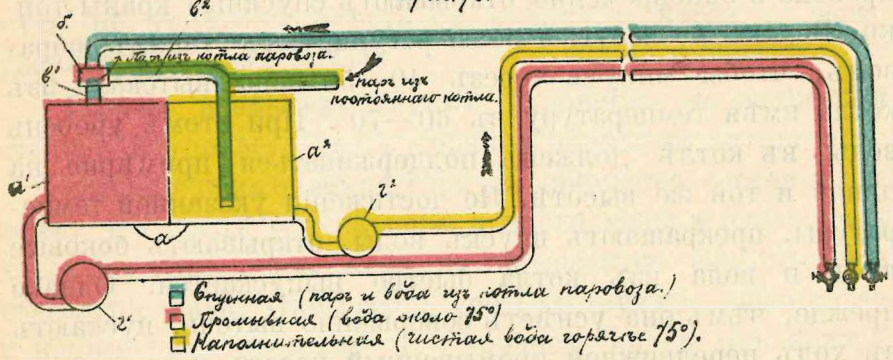
По окончаніи промывки, котелъ при помощи того же нососа, наполняется оставшейся въ тендерѣ нагрѣтой водой.

При этомъ способѣ промывки паровоза, послѣдній уже черезъ 8 часовъ послѣ своего прихода въ депо, а въ крайности даже черезъ 4—6 часовъ можетъ опять поступить на службу.

Горячая промывка по системѣ Уайта. Еще больше удобствъ доставляютъ для горячей промывки паровозовъ спеціальныя постоянныя устройства, получившія нынѣ столь большое распространеніе за границей и особенно

въ Америкѣ. Въ Россіи подобное устройство впервые было осуществлено въ 1912 году въ Котельниковскомъ депо Владикавказской дороги, а нынѣ устраивается и на другихъ дорогахъ. Схема устройства для горячей промывки по системѣ Уайта при Котельниковскомъ депо такова: (чер. № 78).

Черт. 78.



Въ особомъ помѣщеніи при депо установленъ большой резервуаръ *а*, состоящій изъ 2-хъ частей. Въ одной части резервуара $а^1$ заключается горячая вода, нужная для промывки котла паровоза, а въ другой части $а^2$—вода предназначаемая для дальнѣйшаго пополненія котла паровоза послѣ промывки.

Вдоль колонны каждаго изъ стойлъ, предназначеныхъ для промывки паровозовъ, спускаются 3 трубы. Одна изъ нихъ носитъ названіе пріемной или *спускной* другая—*промывочной* и 3-я *наполнительной*.

Предназначенный для промывки паровозъ подается на канаву съ потушеннымъ огнемъ въ топкѣ и давленіемъ пара около 7 атмосферъ.

Спускной кранъ паровоза, при помощи гибкой металлической трубы, соединяется со *спускной* трубой и вода, подъ давленіемъ находящагося въ котлѣ пара, а равно и самый паръ, устремляются по трубѣ вплоть до резервуара-фильтра б, наполненнаго коксомъ. Въ этомъ резервуарѣ происходитъ раздѣленіе пара и воды и очищеніе послѣдней. Очищенная горячая вода изъ резервуара-фильтра по трубѣ $в^1$ поступаетъ въ отдѣленіе $а^1$ резервуара *а*, а паръ по трубѣ $в^2$ поступаетъ въ отдѣленіе $а^2$ того-же резервуара, гдѣ конденсируется и выдѣляющейся скрытой теплотой подогрѣваетъ находящуюся здѣсь воду, предназначенную для наполненія котла.

При этомъ выходящая изъ котла подъ значительнымъ давленіемъ смѣсь пара и воды увлекаетъ съ собой значительное число мути и грязи изъ котла и до нѣкоторой степени уже очищаетъ его.

Когда вода и паръ изъ котла совершенно спущены, то при помощи рукава съ брандспойтомъ, соединеннаго съ *промывочной* трубой, котелъ основательно промывается горячей водой. Вода для промывки подается изъ отдѣленія $а^1$ резервуара *а* при помощи насоса $г^1$. Температура воды въ отдѣленіи $а^1$ поддерживается равной приблизительно 75° и если для нагрѣванія до этой температуры недостаточно будетъ теплоты, поступившей изъ котла воды, то она повышается дабавленіемъ свѣжаго пара отъ имѣющагося постояннаго котла.

Послѣ промывки котла, послѣдній наполняется горячей водой изъ отдѣленія $а^2$ резервуара *а*, при помощи насоса $г^2$ по *наполнительной* трубѣ, соединяемой гибкимъ рукавомъ съ спускнымъ краномъ котла.

Температура воды въ отдѣленіи $а^2$ поддерживается не ниже 75° и котелъ паровоза наполненный такой водой, а въ случаѣ надобности и паромъ отъ постояннаго котла, быстро можетъ быть приведенъ въ состояніе готовности для слѣдованья съ поѣздомъ.

Операція промывки можетъ быть произведена очень быстро, въ $1^1/_2$—2 часа; американцы въ видѣ пробы пользуясь подобнымъ устройствомъ, успѣвали промыть паровозъ даже въ теченіе получаса.

Такое промывное устройство дѣйствуетъ въ Котельниковскомъ депо Владикавказской дороги уже 4-й годъ и результаты примѣненія его надо признать вполнѣ благопріятными. Особенно полезнымъ оказывается оно въ случаяхъ усиленія движенія и недостатка въ паровозахъ.

Въ цѣляхъ возможности лучшаго наблюденія за состояніемъ котловъ паровозовъ, наряду съ горячей промывкой производится и холодная и обыкновенно послѣ одной или двухъ горячихъ промывокъ дѣлается основательная холодная промывка, при которой производится тщательный осмотръ и очистка внутренней поверхности котла.

Продувка котловъ. Въ отношеніи удлиненія сроковъ времени и пробѣговъ между промывками и сохраненія котловъ въ болѣе чистомъ видѣ большое значеніе имѣетъ также продувка паровозныхъ котловъ. Въ простѣйшемъ своемъ видѣ продувка производится слѣдующимъ образомъ: По прибытіи съ поѣздомъ или *лучше передъ выѣздомъ подъ поѣздъ* машинистъ, для безопасности, выѣзжаетъ на свободный и открытый путь депо и приведя въ дѣйствіе сифонъ и инжекторъ, открываетъ поперемѣнно спускные краны паровоза. При этомъ вся скопившаяся въ нижней части топки накипь и грязь выдувается черезъ краны наружу и нѣсколько освѣжается вода въ котлѣ. Во избѣжаніе опасности сжечь паровозъ вслѣдствіе попаданія какого-либо предмета изъ котла въ пробку спускного крана, при продувкѣ котла на спускной кранъ наставляютъ еще 2-й спускной кранъ.

Продувка котла паровоза несомнѣнно приноситъ большую пользу и даетъ возможность удлинить сроки между промывками, но особенно полезной она бываетъ, если ее производить нѣсколько инымъ способомъ, а не при помощи спускныхъ крановъ паровознаго котла.

Дѣйствительно, какъ мы уже видѣли выше, питательная вода, поступая въ переднюю часть парового котла,

опускается къ низу и по низу цилиндрической части котла передвигается въ сторону топки паровоза, опускается ниже, какъ разъ къ мѣсту расположенія спускныхъ крановъ, здѣсь постепенно подогрѣвается и затѣмъ поднимается въ верхнюю часть парового котла надъ топкой. Такимъ образомъ, производя продувку черезъ спускные краны, мы въ сущности выдуваемъ главнымъ образомъ свѣжую, только что поступившую въ котелъ воду, и лишь только частью захватываемъ болѣе грязную и болѣе насыщенную солями воду, грязь и накипь.

Между тѣмъ главное количество мути и грязи находится не въ нижней части котла, а именно въ верхнихъ слояхъ котельной воды. Какъ при кипяченіи загрязненной воды въ обыкновенной кастрюлѣ на плитѣ, весь соръ, благодаря выдѣленію пузырьковъ пара, собирается на ея поверхности, точно такъ-же и въ котлѣ вся муть и грязь старается при кипѣніи воды собраться такъ-же на ея поверхности.

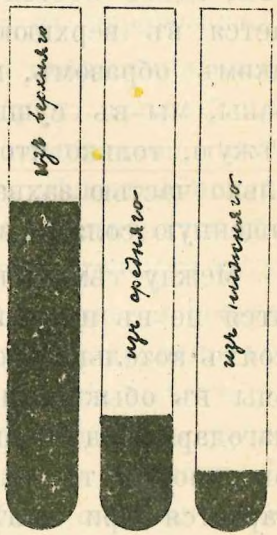
Это ясно бываетъ видно по водомѣрному стеклу при послѣднихъ поѣздкахъ паровоза передъ промывкой.

Поэтому своевременнымъ удаленіемъ этой мути и грязи съ поверхности воды въ котлѣ, во время усиленной его работы, можно предупредить загрязненіе воды и главное предупредить осѣданіе грязи и мути на поверхности нагрѣва котла, высыханіе ихъ тамъ и превращеніе въ твердую накипь.

Чтобы уяснить насколько большое значеніе можетъ имѣть такая продувка, былъ сдѣланъ слѣдующій опытъ, при сильной работѣ котла, имѣвшаго пробѣгъ отъ промывки около 1400 верстъ, была одновременно набрана вода изъ всѣхъ 3-хъ водопробныхъ крановъ. Эта вода была отстоена въ ведрахъ и образовавшійся осадокъ собранъ въ стеклянныя маленькія трубки. При этомъ количество осадковъ, приходящихся

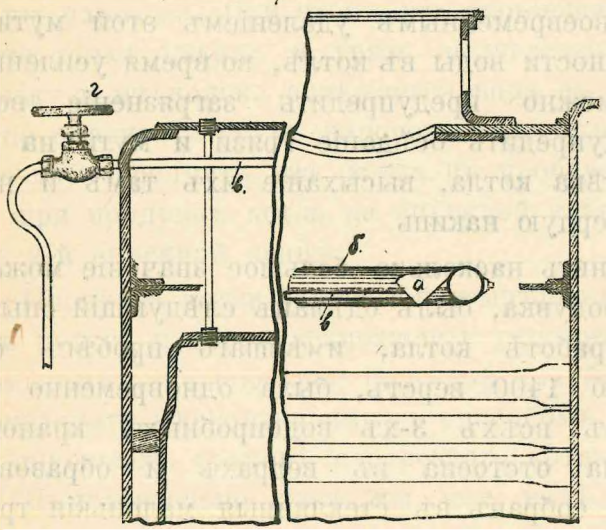
на каждое ведро, выразилось количествами, указанными на черт. 79. Когда же набрали воды спустя часъ послѣ постановки паровоза въ депо, то вода изъ нижняго крана была уже болѣе загрязненной, чѣмъ вода изъ верхняго крана. Этотъ опытъ показываетъ, что *продувку котла надо дѣлать съ верхнихъ слоевъ воды и во время усиленной работы котла.*

Черт. 79.



Такъ какъ вода въ котлѣ все время перемѣщается и, двигаясь по низу цилиндрической части, отъ конца питательныхъ трубъ къ топкѣ, здѣсь поднимается вверхъ и по верху идетъ въ переднюю часть котла, то считаютъ, что выдѣляющаяся изъ воды муть и грязь, собираются главнымъ образомъ въ передней части котла, около дымовой коробки, откуда и должно производиться удаленіе ихъ.

Черт. 80.



На основаніи такихъ соображеній инженеромъ Арцишемъ былъ устроенъ приборъ для продувки паровозныхъ котловъ. Онъ состоитъ (черт. 80) изъ металлическаго ковша *а* плавающаго вмѣстѣ съ поплавкомъ *б*, въ передней части паровоза и скрѣпленнаго съ этимъ поплавкомъ такимъ образомъ, что задній край ковша всегда находится въ водѣ. Къ ковшу подведена мѣдная трубка *в* діаметромъ $^3/_4$", которая оканчивается на лобовомъ листѣ котла особымъ спускнымъ краномъ *г*.

При открытіи крана *г* плавающая въ верхнемъ слоѣ воды муть и грязь засасывается въ ковшъ и удаляется по трубкѣ *в* наружу. Благодаря длинѣ и гибкости трубки ковшъ съ поплавкомъ свободно плаваетъ на поверхности воды и повышается или понижается въ соотвѣтствіи съ ея уровнемъ въ котлѣ.

Какъ показали опыты, приборъ Арциша оказывается очень полезнымъ и благодаря ему сроки между промывками паровозовъ могутъ быть значительно увеличены.

Продувку паровоза при помощи прибора Арциша слѣдуетъ дѣлать немедленно по прибытіи паровоза въ депо, пока муть еще не осѣла внизъ. Если-же возможно, то еще лучше дѣлать ее по пути слѣдованія паровоза въ депо, пока въ топкѣ имѣется хорошій огонь.

Кромѣ прибора Арциша имѣются и другіе, подобные приборы для продувки котла, основанные на тѣхъ-же соображеніяхъ.

При отсутствіи на паровозѣ прибора Арциша или другого подобнаго прибора полезно, по прибытіи паровоза въ депо, продувать его котелъ, насколько возможно, хотя-бы черезъ водопробные краны.

Такимъ образомъ, пользуясь приборомъ Гельсдорфа для улавленія накипи при питаніи котла, приборомъ Арциша для продувки котла *по прибытіи съ поѣздомъ* и продувая котелъ черезъ спускные краны *передъ отправленіемъ* съ поѣздомъ можно значительно уменьшить образованіе накипи въ котлѣ и удлинить сроки между его промывками. Если же при этомъ еще чередовать горячія

промывки съ основательными холодными промывками, то надо думать, что паровозный котелъ будетъ работать въ наиболѣе благопріятныхъ условіяхъ, а потому и будетъ сохраняться наилучшимъ образомъ.

Правила наблюденія за состояніемъ котла. Ознакомившись кратко съ назначеніемъ и устройствомъ отдѣльныхъ частей паровознаго котла, съ основными правилами ухода за котломъ и правилами его питанія, ознакомимся еще съ тѣми правилами, которыя установлены въ отношеніи наблюденія за состояніемъ паровыхъ котловъ и ихъ принадлежностей, такъ какъ знакомство съ ними необходимо каждому машинисту. Правила эти вкратцѣ состоятъ въ слѣдующемъ:

1. *Не рѣже какъ черезъ каждые 3 мѣсяца* у каждаго паровознаго котла должно быть произведено *освидѣтельствованіе легкоплавкихъ пробокъ и должны быть провѣрены предохранительные клапаны и манометръ.* При осмотрѣ легкоплавкихъ пробокъ сплавъ, заполняющій каналъ пробокъ, выплавляется, каждая пробка заливается заново и на верхнемъ концѣ ея, на новой заливкѣ выбивается клеймо съ указаніемъ мѣсяца и того числа когда пробки были освидѣтельствованы.

Пружинные вѣсы предохранительныхъ клапановъ провѣряются при помощи нагрузки ихъ гирями соотвѣтствующаго вѣса, вычисленнаго въ зависимости отъ размѣра клапана и соотношенія плечъ его рычаговъ.

Провѣрка манометра котла производится свѣркой его показаній съ показаніями контрольнаго манометра, при чемъ свѣрка показаній манометровъ производится не только при предѣльномъ давленіи, но и при промежуточныхъ.

Результаты освидѣтельствованія принадлежностей каждаго котла записываются въ особую книгу установленной формы.

2. *Каждые 2 года* должно обязательно производиться *наружное освидѣтельствованіе* котла. При такомъ освидѣтельствованіи, кромѣ испытанія всѣхъ вышеуказанныхъ приборовъ производится еще подробное обслѣдованіе и, если окажется нужнымъ, то и исправленіе всѣхъ швовъ котла, его топки, связей, анкеровъ, дымогарныхъ трубъ и вообще всѣхъ частей котла, на которыхъ можно ожидать тѣхъ или другихъ поврежденій. При этомъ обшивка парового колпака и лобового листа снимается совершенно, а обшивка цилиндрической части лишь распускается по низу. Наружное освидѣтельствованіе котла обыкновенно приправливается къ среднему ремонту паровоза. Результаты освидѣтельствованія должны быть записаны въ шнуровую книгу, имѣющуюся у каждаго котла.

3. *Каждые 6 лѣтъ*, а при усиленной работѣ паровоза и скорѣе, именно послѣ пробѣга товарнымъ паровозомъ 200000 верстъ, а пассажирскимъ—300000 верстъ, должно производиться *полное освидѣтельствованіе котла.* При этомъ, кромѣ работъ исполняемыхъ при наружномъ освидѣтельствованіи, съ котла снимается обшивка, вся арматура и всѣ приборы, снимаются паровые колпаки и люки, вынимаются всѣ дымогарныя трубы, а вся внутренняя и наружная поверхность котла тщательно очищается, самымъ внимательнымъ образомъ, обслѣдуется и опредѣляется тотъ ремонтъ, который необходимо произвести котлу.

О произведенномъ полномъ освидѣтельствованіи котла составляется актъ по установленной формѣ и дѣлается запись въ шнуровой книгѣ котла.

Послѣ полнаго освидѣтельствованія котла на немъ укрѣпляется близъ топочной дверцы металлическая пластинка съ указаніемъ № котла, времени произведеннаго полнаго освидѣтельствованія и допускаемаго рабочаго давленія пара.

При полномъ освидѣтельствованіи котла производится и *испытаніе* прочности стѣнокъ его *гидравлическимъ давленіемъ.*

Для этого котелъ совершенно наполняется водой и затѣмъ медленнымъ подкачиваньемъ воды, при помощи ручного насоса, давленіе въ котлѣ доводится до требуемой величины. Паровые котлы паровозовъ какъ имѣющіе рабочее давленіе болѣе 5 атмосферъ, по существующимъ правиламъ должны испытываться давленіемъ на пять атмосферъ большимъ того наибольшаго давленія, при которомъ котелъ будетъ работать, т. е. котлы съ рабочимъ давленіемъ въ 10 атм. должны испытываться на 15 атм., котлы съ рабочимъ давленіемъ 12 атм. испытываются на 17 атм. и т. д.

За величиной давленія въ котлѣ при испытаніи наблюдаютъ по установленному на котлѣ, тщательно вывѣренному контрольному манометру.

Указанное пробное давленіе котелъ долженъ выдержать въ продолженіи 5—10 минутъ безъ остающихся измѣненіи формы и не проявляя какихъ либо неисправностей. При этомъ въ продолженіе 5 минутъ давленіе въ котлѣ не должно упасть болѣе чѣмъ на 1 атмосферу.

Появленіе мелкой пыли и слезинокъ у швовъ и заклепокъ котла неисправностью ихъ не считается.

Независимо отъ полнаго освидѣтельствованія, паровозные котлы подвергаются гидравлическому испытанію такъ же и при производствѣ значительнаго ремонта.

О произведенномъ гидравлическомъ испытаніи составляется актъ по установленной формѣ и дѣлается отмѣтка въ шнуровой книгѣ.

Паровозные котлы прослужившіе 25 лѣтъ и болѣе, при поступленіи въ полное освидѣтельствованіе, подлежать подробному обслѣдованію въ мастерскихъ дороги,

особой комиссіей. При этомъ, помимо самого подробнаго и тщательнаго обслѣдованія котла, въ нужныхъ случаяхъ матеріалъ его листовъ подвергается испытанію на разрывъ на спеціальныхъ испытательныхъ станкахъ.

КОНЕЦЪ.